

Gewitter=Wolke.

Grundzüge
der
allgemeinen Erdkunde

in einer

Schilderung der Erde nach ihrem Bau, ihren Beziehungen zum Weltall und ihren merkwürdigsten Erscheinungen.

Ein

Lehr- und Lesebuch für Schule und Haus.

Von

Dr. Fr. W. Hoffmann,

früherem Professor der Geographie und Mathematik am College zu Löwen, Mitglied mehrerer gelehrten Vereine.

Mit 4 Farbendrücken und vielen Holzschnitten.

Stuttgart,
Verlag von J. B. Müller.

1850.

Vorwort.

Die Ueberzeugung von der Nothwendigkeit, den Unterricht in der Geographie dadurch zu beleben, daß er nicht mehr auf bloß mechanische Gedächtnißübung und Ansammlung von Zahlen und Thatsachen beschränkt bleibe, sondern den Zusammenhang der Erdkunde mit den übrigen Disciplinen der Naturkunde darlege, gab mir die erste Anregung zu dem vorliegenden Buche. Vieljährige Erfahrung hat mir gezeigt, wie wesentlich fördernd ein solches auch für Lehrer und Schüler beider Geschlechter, besonders aus gebildeten Ständen ist. Mein Zweck war: eine fortlaufende Schilderung der betreffenden allgemeinen Thatsachen in übersichtlicher Anordnung zu geben, ohne die herkömmliche Gliederung in Paragraphen ꝛc. anzunehmen. Das Werkchen sollte als Lehrbuch dem Unterricht zu Grunde gelegt werden können, und daheim als Lesebuch, selbst noch in späteren Jahren dienen. Daher die Bilder, welche Mancher für überflüssig erklären dürfte, an welchen das Werkchen jedoch nicht schwer trägt. Die Allgemeinheit des Standpunktes sollte das Werkchen befähigen, auch in concreten Fällen von dem Lehrer benützt werden zu können, dem die weitere Ausführung nach den betreffenden Richtungen hin überlassen bliebe. Der religiös teleologische Grundton, welcher häufig durchschlägt, wird sicher kein Vorwurf für ein solches Buch seyn, welches wohl vorzugsweise in Lehranstalten benützt werden möchte, wo der Religionsunterricht und die religiöse Erziehung zuweilen unter dem Ueberwiegen der klassischen Studien und der humaniora leiden. Jedenfalls läßt das Buch, was im Grunde jedes wahre Lehrbuch

auch soll, dem Lehrer eine gewisse individuelle Freiheit in der Benützung, welche für die Schüler nur anziehend und ersprießlich seyn kann.

Daß es auch Erwachsenen eine anziehende und lehrreiche Lectüre biete, ist ein sehnlicher Wunsch des Verfassers, welcher neben dem Schulbuch ein praktisches Volksbuch zu liefern beabsichtigte.

Der Mann vom Fach wird manche Citate aus den Werken der gefeierteren deutschen Geographen vermissen, welche dem Verfasser nicht unbekannt, wohl aber zur Zeit der Ausarbeitung nicht zugänglich waren, weil er im Auslande lebte. Daher die vorzugsweise Beziehung auf englische Quellen, als die zur Hand befindlichen. Daß der Verfasser zwei der besten englischen Arbeiten über physikalische Geographie, von der rühmlichst Mary Somerville, und von Hughes, erst nach Beendigung des Druckes zu Gesicht bekam, ist zwar ein Schade für die gegenwärtige Auflage des Buches, soll aber bei einer etwaigen späteren nachgeholt werden.

Somit empfiehlt der Verfasser sein Werkchen, als einen rasch entworfenen Versuch, der Nachsicht der Kritiker und dem Wohlwollen der Pädagogen, und wird jeden Wink, jeden motivirten Tadel dankbar hinnehmen, und bei der Bearbeitung der Fortsetzung benützen, über welche der Schluß des vorliegenden Bandes Rechenschaft gibt.

Inhalts-Uebersicht.

Grundzüge

der

allgemeinen Erdkunde,

volksfaßlich bearbeitet.

Einleitung.

Die Erde, als der Schauplatz, auf welchem „wir leben, weben und sind," ist zwar nur ein winziger Theil im ungeheuren Weltenraume, aber gerade der Theil, welcher uns Menschen am meisten berührt, und welchen wir am besten kennen lernen können, weil wir, so lange wir leben, durch unsere Bestimmung an sie gebunden sind, und uns weder durch Kunst noch durch unsern Willen über sie erheben oder von ihr losmachen können. Sie ist der Schauplatz unserer Entstehung und unserer Auflösung, unserer Freuden und Leiden, die Quelle unseres Lebens und der Mittel, womit wir die dringendsten Bedürfnisse desselben befriedigen, der Ort, an welchem wir uns auf ein anderes geistigeres Leben vorbereiten. Die Erde ist für uns das Reich der Körper im Gegensatze zu dem Reiche der Vorstellungen und Gedanken; sie ist der Ort, wo wir gewissermaßen den Hebel einsetzen, um uns im Gedanken zum Verständniß des unabsehbaren Weltgebäudes zu erheben, — der Standpunkt, von wo aus wir in die Wunder der Schöpfung hineinschauen und uns mit ehrerbietigem Staunen und stummer Bewunderung in die Fülle der wunderbaren Erscheinungen versenken, in welchen sich uns die Allmacht und Allgüte des Schöpfers offenbart.

Den Begriff der Erde stellen wir hier also nicht fest als den unseres Planeten allein, sondern nehmen ihn im Zusammenhang mit dem weiten Bereich der Erscheinungen, welche seine Verbindung mit und seine Beziehungen zu den übrigen Körpern des Weltenraumes, des Weltalls bethätigen. Diese Erscheinungen kennen zu lernen, durch Nachdenken und Beobachtungen zu erklären, ihren Urheber und ihre Ursachen zu ergründen — dazu hat der Mensch die Vernunft! Sie verpflichtet ihn zum Nachdenken über alle diese Wunderwerke, in welchen sich die gütige Weisheit unsers Schöpfers verherrlichet; und Nothdurft drängt ihrerseits den gebildeten Menschen, um seiner eigenen Wohlfahrt willen, die Erdkunde, als den Inbegriff der Lehre von den Verhältnissen und Erscheinungen der Erde für sich wie in ihren Beziehungen zum Universum, zu studiren, weil

sie auf sein Leben und Streben einen so gebietenden Einfluß äußert. Die Erdkunde als Wissenschaft hilft uns die Frage nach dem Urheber der Wunder der Schöpfung lösen, welche sich in angeborenem Drange unserem Geiste bei ihrer Betrachtung aufnöthigt, indem sie uns die Gesetze zu erklären versucht, welche seit Jahrtausenden den friedlichen, unzerstörbaren Gang der irdischen und himmlischen Erscheinungen regeln, indem sie uns Blicke in die fernste Vergangenheit unseres Erdkörpers thun läßt, und in dem Baue desselben, in seinen einzelnen Theilen uns sogar seine Bildungsgeschichte nachzuweisen sucht. Nicht allein nach Oben, nach dem Tagesgestirn, das uns Licht, Wärme und Lebenskraft zustrahlt, nach den Gestirnen des Nachthimmels, welche unsere Einbildungskraft durch ihren millionenfachen Glanz so lebhaft anregen und unseren Schiffen die Wasserstraße auf dem unabsehbaren öden Spiegel des Oceans zeigen, lenkt sie unsern Blick; sie erklärt uns nicht allein die Mannigfaltigkeit der Körper auf der Erdoberfläche, zum Theil als Folgen des Wechsels der Jahreszeiten, der Verschiedenheit der Zonen und Klimate, der wundersamen und doch so weisen Vertheilung lebender Wesen in Pflanzen und Thieren, die Erscheinungen von Licht, Wärme, Magnetismus und Electricität, — sondern auch in die Tiefen der Erde führt sie uns ein, aus welchen wir das Wasser, die nutzbaren Metalle und alle die Schätze der Tiefe zu Tage fördern, und unter ihnen auch Körper, welche uns die Schöpfungsgeschichte der Erde erzählen und die Schilderungen der Bibel von der Entstehung unseres Erdkörpers theilweise bestätigen. Die Erdkunde, eine der wichtigsten im Kreise der Naturwissenschaften, enthüllt uns also gleichsam die Geheimnisse der Schöpfung, rückt den Schleier von ihren Wundern, und gewährt uns einen Einblick in die Werkstätte der Natur. Freilich kann sie nicht alle Räthsel lösen, und manches Wunder bleibt noch unerklärt. Allein wenn wir im Verlauf eines einzigen Menschenlebens schon so viel Licht über die Gesetze und Wunder des Naturlebens verbreitet werden sehen, können wir nicht zweifeln, daß die Vorsehung dem Menschengeiste gestattet hat, allmählig auch noch tiefer in ihre Geheimnisse einzudringen und den Bereich seines Wissens zu erweitern. Und wenn wir ferner in die Vergangenheit, in die nähere wie in die entferntere, zurückblicken, und den damaligen Standpunkt menschlicher Kenntnisse mit dem heutigen vergleichen, so ist schon die jetzige Errungenschaft des Menschengeistes so imposant, daß wir — weit entfernt, die Kraft unseres Geistes zu überschätzen und uns zu vermessen, die ewige Weisheit meistern zu wollen — vielmehr, trotz der Ueberzeugung von der Unvollkommenheit unseres Wissens, nur mit innigem Danke und tiefster Ehrfurcht die Gnade der Vorsehung preisen, welche uns nicht nur bis hieher gefördert und uns so unendliche Vorzüge, nicht

nur vor den Thieren, sondern auch vor Millionen unserer Menschenbrüder gegeben hat, welche noch in der Nacht des Aberglaubens schmachten. Dieß muß jedem Einzelnen unter uns ein Sporn seyn, seine Gaben zur Förderung der Wissenschaft, zur Verbreitung von Licht und Wahrheit anzuwenden, und dadurch zu bethätigen, daß er ihrer werth sey. Abgesehen davon, daß der Einzelne sich selbst hiedurch wesentlich nützt und in den Stand setzt, in seinem Kreise Segen zu stiften, weckt er dadurch auch bei Andern einen Nacheiferungstrieb, welcher dem Lichte der Kultur auch noch manche andere, von Wahn und Aberglauben verfinsterte, dunkle Kammer öffnet, und dadurch Tugend, Weisheit und Menschenglück verbreiten hilft.

Die Erdkunde als Wissenschaft stützt sich auf ungemein viele Hülfsfächer, mittels deren sie ihre Wahrheiten und die Gesetze beweist, welche sie als die Ursachen der bestehenden Verhältnisse und Erscheinungen auf der Erde angibt. Sie erfordert also einerseits Vorkenntnisse, andererseits aber weckt sie auch, wenn klar behandelt, den Trieb im Leser und Lernenden, tiefer in den Schatz des Wissens einzudringen, von dessen einzelnen Adern sie einige angeschlürft hat. Dieser letztere Zweck ist vom Verfasser dieses Buches ganz besonders berücksichtigt worden, und er zweifelt nicht, daß es ihm gelungen sey, in dem verhältnißmäßig kleinen Rahmen des Werkes den Leser durch klare Darstellung und die möglichste Gründlichkeit so anzuregen, daß er gerne nach ausführlicheren, wissenschaftlichen Werken über Astronomie, Meteorologie, Physik, Geologie und Geognosie greifen und im Stande seyn wird, sich mit deren Gehalt leicht durch Selbstunterricht vertraut zu machen.

Zugleich beabsichtigt diese volksfaßliche Erdkunde auch Vorläuferin und Vorhalle einer politischen Geographie oder Staatenkunde und einer mehr unterhaltenden und belehrenden, durch viele werthvolle Bilderbeigaben noch lehrreicher gemachten Länder- und Völkerkunde zu seyn, für welche unsere Leser gewiß aus dem vorliegenden Buche schon im Voraus eine günstige Meinung gewinnen werden.

Erstes Kapitel.

Die Erde in Beziehung zum Weltgebäude.

Der Mensch gewinnt niemals einen vollständigen Begriff und eine tiefere Einsicht von der Wissenschaft im Allgemeinen, wenn er seine Aufmerksamkeit nur auf die Thatsachen beschränkt, welche ihn ein einzelner Zweig derselben lehrt. Das Wissen gleicht nämlich einer goldenen Kette, welche der Mensch Glied für Glied zu untersuchen gezwungen ist, als ob er zugleich nicht im Stande wäre, die zwischen den einzelnen Theilen obwaltende Verbindung wahrzunehmen. Wenn wir uns daher die Erscheinungen klar zu machen versuchen, welche auf der Erdoberfläche vor unseren Augen stattfinden, ohne uns zuvor mit der Beschaffenheit des Erdkörpers und seinen Beziehungen zu den ihn umgebenden anderen Körpern des Weltenraumes bekannt zu machen, werden wir stets unser Wissen als ein sehr mangelhaftes erkennen lernen, und können in vielen Fällen sogar in Irrthümer verfallen. Alle Ursachen, welche auf die Erdoberfläche einwirken, mögen an und für sich ganz geeignet seyn, die auf der Erde wohnenden Geschöpfe zu erhalten und zu ernähren; allein das Verhältniß, in welchem die Erde zu andern Körpern steht, kann, wie den meisten Menschen bekannt ist, im Stande seyn, die Wirkung jener zu stören oder den Planeten selbst zu zerstören. Wir müssen daher damit beginnen, die Beziehungen der Erde zu den übrigen Himmelskörpern — in ihrer Eigenschaft als Glied des Weltgebäudes — zu bestimmen.

Gestalt und räumliche Verhältnisse der Erde.

Eine oberflächliche Untersuchung der äußern Erscheinungen möchte einen Beobachter zu dem Schlusse führen, daß die Erde eine ausgedehnte Fläche sey. Diese Meinung wurde lange Zeit von den Ungebildeten festgehalten und in verschiedenen Perioden der Geschichte der Wissenschaft auch von den Gelehrten geglaubt und gelehrt. Fabricius gibt uns in seiner

Bibliotheca Graeca einen aus Photius und Andern gezogenen Bericht über die von Cosmas Indopleustes aufgestellte Theorie, welche den ehemals in Indien und Egypten gelehrten Systemen sehr ähnlich ist. Dieser Theoretiker behauptete, die Erde sey eine unermeßliche Ebene, umgeben von einem unzugänglichen Ocean. Er nahm an, daß gegen den Norden zu ein kegelförmiges Gebirge liege, daß Sonne und Sterne täglich um dasselbe kreisen, und die Sonne selbst dabei eine schiefe Bewegung habe. Durch diese planlose Muthmaßung erklärte er die ungleiche Länge von Tag und Nacht und den Wechsel der Jahreszeiten, und fertigte die Bewegung der Himmelskörper durch die Behauptung ab, daß sie durch überirdische Geister in ihren Bahnen gelenkt würden. Hätte diese Hypothese des Cosmas Indopleustes ihren Einfluß fortbewahrt, so würde sie die Menschen von jenem Versuche der Erforschung der Erdoberfläche abgehalten haben; denn der Gedanke, die Erde sey von einem unwegsamen Ocean umgeben, hätte jeden Versuch einer Befahrung desselben verhindert, und die Hoffnungen und Aussichten des einzelnen Menschen wären, da die Furcht die Neugierde überwältigte, lediglich auf denjenigen Lebenskreis und geselligen Verband beschränkt geblieben, welchem er zufällig durch Geburt angehört haben würde. Alle Wohlthaten, welche aus der Vertheilung des Menschengeschlechts über die Erdoberfläche entsprangen, würden verzögert, der Handel aller Orten gehemmt worden seyn und Civilisation wäre unbekannt geblieben, wenn diese Hypothese nicht umgestürzt worden wäre. Daraus geht hervor, daß jede Aufnahme eines Irrthums in wissenschaftliche Untersuchungen nicht nur den Fortschritt des Wissens selbst hemmt, sondern auch die wohlthätigen praktischen Folgen erstickt, welche aus erwiesenen philosophischen Wahrheiten entspringen.

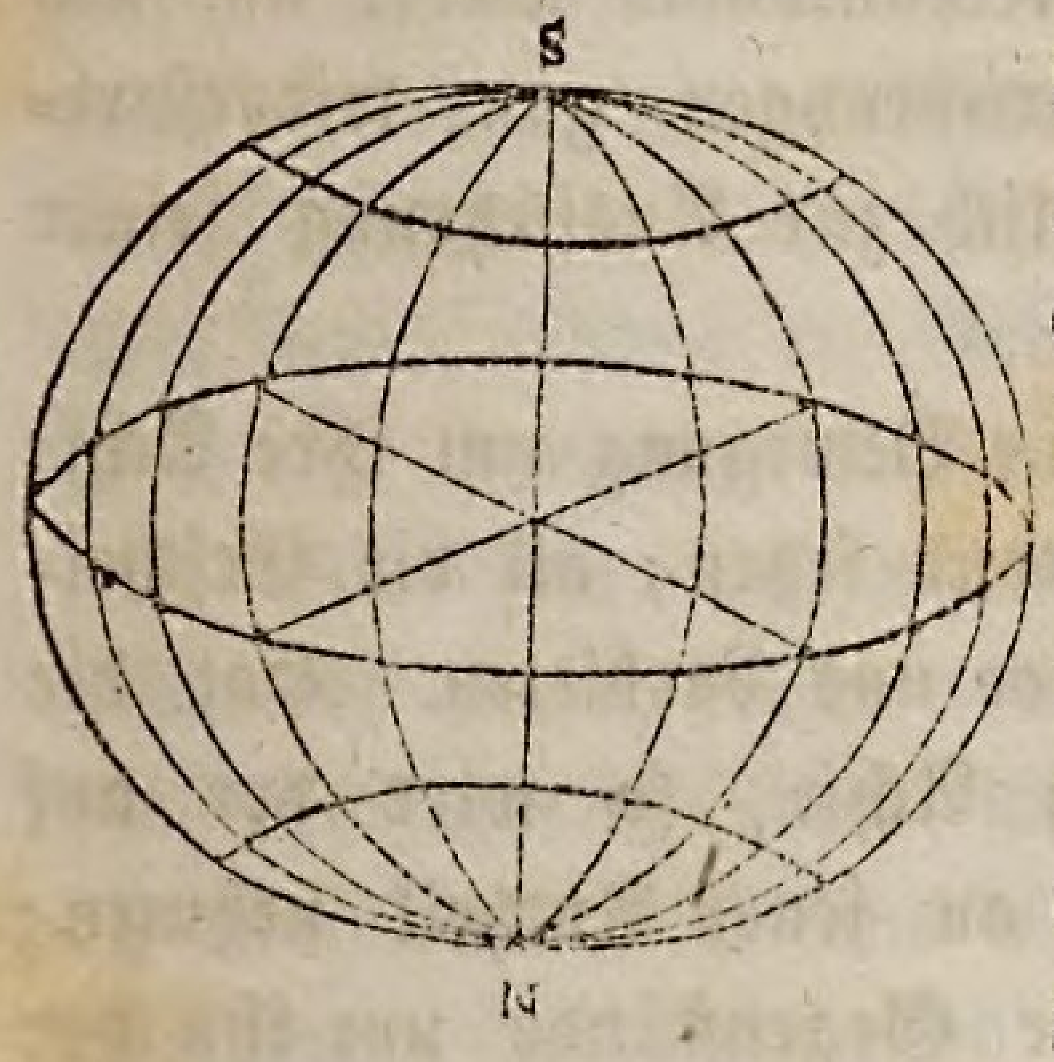
Eine oberflächliche oder unvollkommene Beobachtung gewisser Erscheinungen könnte auch heutiges Tages einen unwissenden Beobachter zu der Ansicht verleiten, die Erde sey eine ausgedehnte Fläche; eine sorgfältigere Nachforschung würde ihn aber ohne Zweifel überzeugen, daß seine ersten Eindrücke irrige gewesen seyen. Wir können uns einen Menschen denken, der entschlossen wäre, seinem eigenen Urtheile zu folgen und — ohne einer Meinung anzuhängen, die seinem Verständniß nicht entspräche — die Erscheinungen bis zu ihrem Ursprung zu verfolgen, um so zu einem Beweis von der wahren Gestalt der Erde zu gelangen. „Wo ich nur stehen mag," könnte er sagen, „sehe ich einen weiten Raum über mir, und eine undurchdringliche Stoffmasse unter mir, und daraus erkenne ich, daß die Erde wenigstens auf Einer Seite begrenzt ist. Aber die Sonne geht im Osten auf und im Westen unter, und zwar einen Tag um den andern. Wenn sie verschwindet, sehe ich Mond und Sterne denselben Umlauf von

dem einen Ende der Hemisphäre nach dem andern vollführen, und aus dieser Erscheinung kann ich schließen, daß die Erde nicht unbegrenzt, sondern ein gänzlich unabhängiger Körper ist und, da sie Grenzen hat, auch eine bestimmte Gestalt haben muß. Ich habe aber oft, wenn ich auf einer großen Fläche oder wenn ich zur See auf einem Schiffe stand, die Bemerkung gemacht, daß ich mich gleichsam im Mittelpunkt einer bestimmten kreisrunden Linie befand, welche jedoch nicht die Grenze meines Gesichtskreises ist, denn hohe Gegenstände, wie Kirchthürme und die Masten entfernter Schiffe, waren noch jenseits derselben deutlich zu sehen; und wenn ich eine Erhöhung erstieg, erschienen mir auch die unteren Theile derselben Gegenstände. Eine solche Erscheinung," könnte der Denker sagen, „läßt sich nur durch die Annahme erklären, daß diejenigen Theile der Erde, auf welchen ich diese Beobachtungen machte, krummlinigte seyen; da nun andere Personen an andern Punkten dieselben Erscheinungen beobachteten, so wird dadurch so ziemlich klar bewiesen, daß die Erde eine convexe Oberfläche hat." So weit könnte ein forschender Geist gelangen, ohne daß er deßhalb fähig wäre zu entscheiden, ob die Erde ein kugelförmiger Körper oder eine unregelmäßige Masse mit einer convexen Oberfläche sey. Wenn man ihm aber jetzt noch sagt, daß ein Schiffer, der irgend eine Küste in einer gewissen Richtung verläßt und das Vordertheil seines Schiffes stets nach dem gleichen Punkte des Compasses hält, von der entgegengesetzten Seite dahin zurückkehrt, so wird er nicht länger zweifeln, daß die Erde ein kugelförmiger Körper ist.

Um aber die Form der Erde genauer zu bestimmen, bedarf es pünktlicherer Beobachtungen und künstlicherer Forschungsmittel. Wenn die Erde ein kugelförmiger Körper ist, so können wir in irgend einer Richtung eine Linie um dieselbe ziehen, diese messen, und dadurch nicht nur die genaue Form der Erde, sondern auch ihre Dimensionen bestimmen. So schwierig dieß auch erscheinen mag, so ist es doch geschehen, und wir sind auf diese Weise mit der Gestalt und den Dimensionen der Erde bekannt geworden. Solche Linien, die man sich von den Polen aus um die Erdkugel gezogen denkt, werden Meridiane genannt; wenn die Erde rund wäre, würden diese Linien sämmtlich aus Kreisen bestehen, und wir könnten sie in eine beliebige Anzahl Theile theilen, die einander gleich seyn müßten. Wären jedoch die Meridiane nicht genaue Kreise, so würden ihre Theile im Maaße sehr von einander abweichen. Wenn wir daher einen Meridian in 360 Theile oder Grade theilen und einen derselben an verschiedenen Orten messen, so finden wir, daß die Länge eines Grads in der Nähe des Pols am größten und am Aequator am kleinsten ist. Die folgende Tabelle, welche Professor Airy in seiner Schrift über die Gestalt der Erde und

Sir John Herschel in seinem Lehrbuche der Astronomie gaben, zeigt die Länge eines Meridionalgrades an verschiedenen Orten, wie sie aus den Resultaten der genauesten Versuche berechnet wurde.

Land.	Breite der Mitte des Bogens.			Maß des Bogens.			Länge des eingeschlossenen Grads.	Beobachter.
	Grade.	M.	Sek.	Grade.	M.	Sek.		
Schweden.	66	20	10	1	37	19	365782	Svanberg.
Rußland.	58	17	37	3	35	5	365368	Struve.
England.	52	35	45	3	57	13	364971	Roy, Kater.
Frankreich.	46	52	2	8	20	0	364872	Lacaille, Cassini.
Frankreich.	44	51	2	12	22	13	364535	Delambre. Mechain.
Rom.	42	59	0	2	9	47	364262	Boskowitsch.
Amerika, V. St.	39	12	0	1	28	45	363786	Mason, Dixon.
Kap der guten Hoffnung.	33	18	30	1	13	17½	364713	Lacaille.
Indien.	16	8	22	15	57	40	363044	Lambton. Everest.
Indien.	12	32	21	1	34	56	363013	Lambton.
Peru.	1	31	0	3	7	3	362808	Condamine.



Aus diesen und andern Beobachtungen geht hervor, daß die Erde kein vollkommen runder Körper, sondern daß ihre wahre Gestalt die einer abgeplatteten Kugel, eines Sphäroids ist. Ein Sphäroid kann entweder abgeplattet oder augeplattet seyn: das Erstere, wenn es an den Polen gedrückt, das Letztere, wenn es an den Polen spitzig ist. Die erstere Gestalt hat unsere Erde, wie dieß aus den in dieser Schrift zusammengestellten Beweisen hervorgehen wird.

Folgendes sind die Dimensionen der Erde, nach den besten Tabellen der Meridional-Bögen berechnet.

Großer oder Aequators-Durchmesser . . . . 1719 deutsche Meilen.
Kleiner oder Polar-Durchmesser . . . . 1713 " "
Unterschied der Durchmesser od. Abplattung der Erde 6 " "

Der Polardurchmesser ist also um $^1/_{300}$ kleiner als der Durchmesser des Aequators, oder — wie man sich besser ausdrückt — die Abplattung der Erde beträgt ein Dreihundertel.

Die Umdrehung der Erde um ihre Achse.

Nachdem wir jetzt die Gestalt der Erde entschieden bestimmt haben, wird die Bestimmung ihrer Beziehung zu den übrigen Himmelskörpern wenig Schwierigkeit darbieten. Es ist längst erwiesene Thatsache, daß ein Beobachter, der die Stellung der Sterne nur wenige Stunden lang sorgfältig betrachtet, bald entdecken würde, daß sie eine regelmäßige, gleich beschleunigte Bewegung haben. Alle Himmelskörper bewegen sich, aber ihre Bewegung ist gleichförmig, und ein Jeder befindet sich beziehungsweise in Ruhe gegenüber von den übrigen, indem er von dem Augenblick seines Aufgangs an einen unveränderlichen Weg nach dem entgegengesetzten Punkte verfolgt, wo er unterzugehen hat.

Diese scheinbare Bewegung der Sterne kann entweder aus einer selbsteigenen Bewegung der Himmelskörper oder aus einer Drehung der Erde um ihre Achse entspringen. Jede dieser Annahmen wird die angeführte Erscheinung erklären. Wenn wir annehmen, daß die Erscheinung eine Folge der Bewegung der Gestirne sey, so müssen wir daraus schließen, daß sie innerhalb einer ungeheuren hohlen Kugel stehen und eine beständige gleichförmige Umlaufbewegung haben; denn es läßt sich nicht leicht denken, daß jeder einzelne Körper eine eigenthümliche Bewegung habe, die der Bewegung aller andern so angepaßt wäre, daß die relative Stellung derselben dadurch nicht verändert würde. Die unermeßliche Entfernung der Sterne verbietet jedoch die Annahme, daß sie alle in einer umlaufenden Kugel aufgestellt seyen, denn ein solcher Mechanismus würde an sich schon höchst schwerfällig und den einfachen Einrichtungen ganz widersprechend seyn, deren sich der Schöpfer gewöhnlich zur Ausführung seiner Zwecke bedient.

Weit wahrscheinlicher ist, daß die Erde eine Bewegung um ihre Achse hat; und diese Annahme wird uns in den Stand setzen, all die Erscheinungen zu erklären, welche die Himmelskörper uns darbieten. Hat die Erde eine tägliche Umlaufsbewegung um ihre Achse, so wird der auf der Oberfläche derselben befindliche Beobachter an jener Antheil nehmen; weil aber sein Horizont derselbe bleibt und die Gegenstände um ihn her die gleiche Bewegung haben, wie er selbst, so wird er glauben, er befinde sich in Ruhe. Da sich ferner der Horizont des Individuums von Westen nach Osten dreht, so haben die Himmelskörper eine scheinbare Bewegung von Osten nach Westen; aus demselben Grund kann eine Person, welche in einem Schiffe fährt, sich einbilden, das Ufer trete vor ihr zurück, anstatt daß sie diese scheinbare Bewegung der wirklichen Bewegung des Schiffes nach einer entgegengesetzten Richtung zuschriebe. Die ganze Hemisphäre vollbringt daher nach den Grundsätzen dieser Erklärung einen

scheinbaren Umlauf, und in derselben Zeit, welche die Erde zur Vollendung ihrer täglichen Umdrehung braucht, kehren auch die Sterne auf die relativen Orte zurück, welche sie vorher einnahmen, und da die Schnelligkeit der Rotationsbewegung eine gleichförmige ist, so geschieht dieß zu denselben Zeiten.

Wir wollen jetzt annehmen, unser Beobachter verfolge seine Nachforschungen etwas weiter. Er hat bereits gefunden, daß die Sterne sich in dem Bogen eines Kreises zu bewegen scheinen, der im Osten auf- und im Westen niedergeht. Gegen Süden hin gibt es einige, welche kaum über den Horizont heraufkommen, einen kurzen Bogen beschreiben und dann wieder verschwinden, während es gegen Norden andere gibt, die nie untergehen, sondern sich in sehr kleinen Kreisen um einen Punkt bewegen, der der Nordpol heißt; dieser Punkt ist jedoch durch keinen Stern bezeichnet, obschon sich Einer so nahe dabei befindet, daß das unbewaffnete Auge keine Bewegung an ihm entdecken kann. Sobald der Beobachter über diese Thatsachen im Reinen ist, wird ihm klar werden, daß es einen Abschnitt der Himmelskugel geben müsse, welcher seinem Auge verborgen ist; denn da es einen Abschnitt gibt, welcher Sterne enthält, die nie untergehen, so muß auch einer vorhanden seyn, in welchem sich Sterne befinden, die nie für uns aufgehen, und diese nennt man die südlichen Polarsterne. Wenn er diese erblicken will, muß er nach Süden reisen. Je weiter er diese Reise fortsetzt, desto mehr werden sich die nördlichen Polarsterne dem Horizonte nähern und die Sterne der südlichen Hemisphäre nach und nach an demselben aufsteigen. Wenn er diejenige Linie auf der Erdoberfläche erreicht hat, die man den Aequator nennt, d. h. die imaginäre Linie, welche die Erde in zwei Halbkugeln theilt, so werden die Pole in seinem Horizonte liegen, jeder Stern wird seinen Umlauf halb über und halb unter seinem Horizonte zu vollbringen scheinen und kein Theil des Himmels seinem Auge verborgen bleiben. Hier dürfen wir nun annehmen, der forschende Wanderer werde über die Thatsache erstaunen, daß — obwohl die Bahnen der Sterne eine sehr verschiedene Ausdehnung haben, indem diejenigen, welche genau im Osten von ihm aufsteigen, bei weitem die längsten Bogen, und die an den Polen aufgehenden die kürzesten Bogen beschreiben — doch jeder Stern dieselbe Zeitperiode hindurch sich über dem Horizonte befindet. Wenn ferner der Beobachter noch weiter nach Süden reist, so wird der Südpol des Himmels über seinen Horizont heraufkommen und der Nordpol darunter versinken; ist er endlich dem Südpol der Erde so nahe, wie er beim Beginn der Reise dem Nordpol war, so werden die Erscheinungen ganz die entgegengesetzten seyn: die südlichen Polarsterne werden nie untergehen, die nördlichen nie heraufkommen; und wenn

er noch südlicher reisen und den Pol selbst erreichen könnte, so würden die Sterne sich in Kreisen zu drehen scheinen, die mit der Ebene seines Horizontes und unter sich selbst parallel wären.

Diese Resultate müssen nothwendig den Satz bestärken, daß die Bewegung der Sterne nur eine scheinbare ist und durch die Umlaufsbewegung der Erde um ihre Achse bewirkt wird.

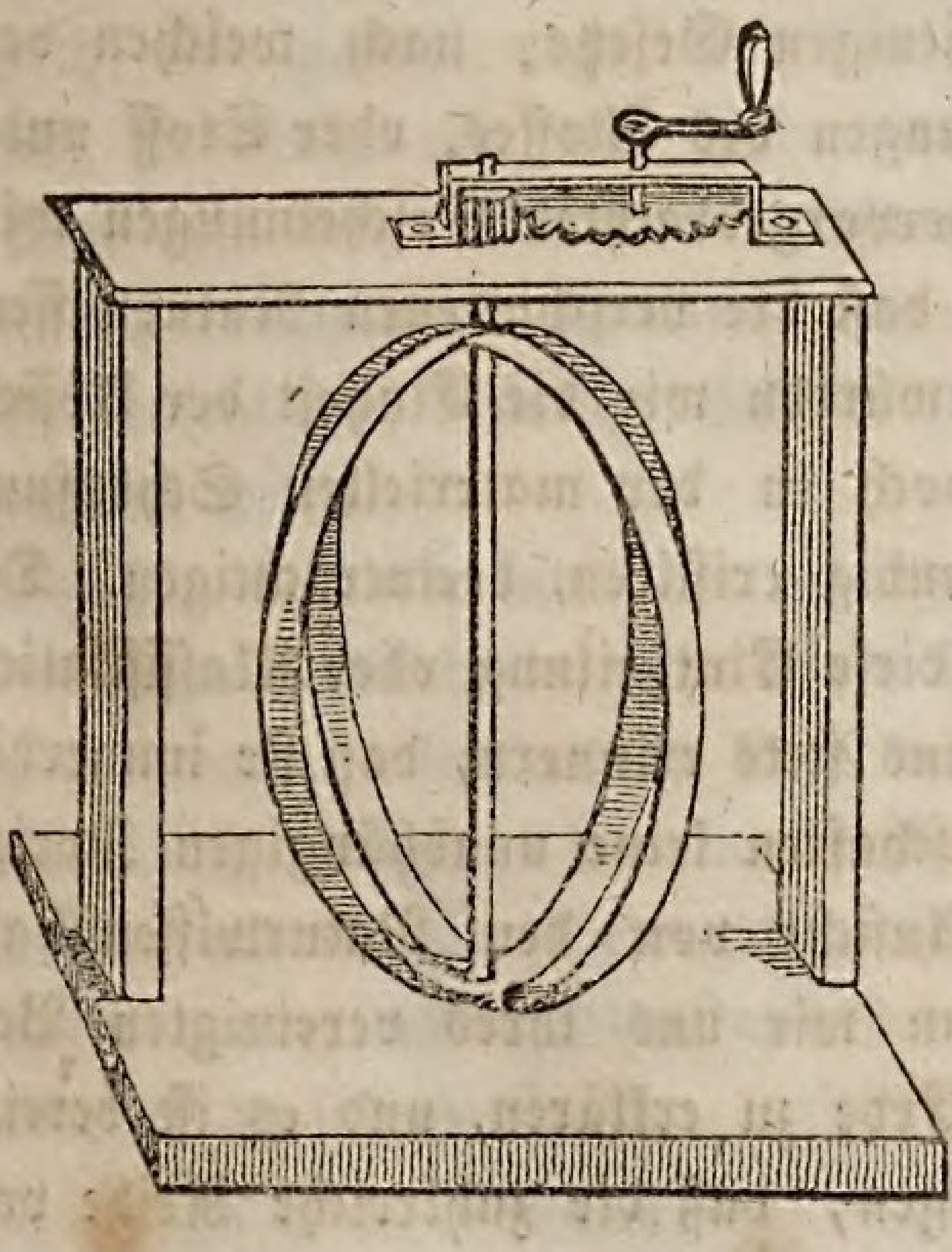
Theorie von der Erde, auf ihre tägliche Umdrehung gegründet.

Nun ist es eine merkwürdige Thatsache, daß diese Resultate mit den zusammengehaltenen theoretischen Beweisen der Astronomen und Geologen vollkommen übereinstimmen. Die Umhüllung oder Rinde der Erde besteht anerkanntermaßen aus einer Reihenfolge von Schichten von verschiedenen Stoffen und verschiedener Dicke. Lager von Thon und Mergel, von Kalk- und Sandsteinen, von Kies und Sand mischen sich mannigfaltig mit einander; viele von ihnen enthalten die Ueberreste von See- und Süßwasserthieren, und alle tragen Spuren einer Bildung durch Ablagerung oder Niederschlag aus dem Wasser an sich. Einige dieser Lager haben sich auf dem Boden von Flüssen und Seen gebildet, andere in Meeren und Oceanen, während wieder andere durch zufällige Katastrophen herbeigeführt wurden, welche die Gewässer aus ihren Kanälen vertrieben, und über gewisse Strecken oder die ganze Oberfläche der Erde hinführten, Felsen zerrissen und die Stücke, welche sie aus ihrem ursprünglichen Bette gebrochen hatten, zermalmten. Derselbe Prozeß der Zerstörung und Wiedererzeugung geht nach den Nachweisungen der Geologen noch heutiges Tages vor sich, nur vielleicht in keinem so großen Umfang, wie zu der Zeit, wo sich die Erdrinde bildete. Wenn man Flußbette oder Länderstrecken untersucht, welche häufig überschwemmt werden, so wird man Schichten von Schlamm, Sand und Kies finden, welche durch die Ablagerung des über sie geflossenen Wassers gebildet wurden, und viele enthalten die Ueberreste von Thieren, die nicht im Wasser lebten oder durch dasselbe vernichtet wurden. Wo man Schichten findet, welche denselben Charakter tragen und organische Ueberreste enthalten, darf man, so tief sie auch unter der Oberfläche liegen mögen, sie füglich ähnlichen Ursachen zuschreiben, wie die, welche noch heutzütage bei der Bildung des Gesteins thätig sind. Solche Schichten fand man aber an allen Punkten unserer Erde, welche von Menschen besucht wurden, und daraus dürfte hervorgehen, daß das trockene Land wirklich durch das Wasser gebildet worden ist, und daß die Theilchen, welche in ihrer Verbindung gegenwärtig die äußere Bedeckung der Erde bilden, in einer früheren Periode als lockere, unverbundene Theile in Urströmen und Oceanen geschwommen haben müssen.

Wenn wir diese Sätze als erwiesene Beweise geologischer Forschung annehmen, so können wir uns derselben bedienen, um die gegenwärtige Gestalt der Erde zu erklären. Wenn die Erde einen vollkommenen Kugelkörper ohne Bewegung um ihre Achse gebildet hätte, so würde alles Wasser, trotz seiner Vertheilung auf der Oberfläche, die eingenommenen Plätze verlassen haben und nach den Polen geströmt seyn, wodurch eine Kette nackter Gebirge um den Aequator herum bloß gelegt worden wäre. Hätte sie aber dieselbe Gestalt gehabt und einen Antrieb empfangen, der ihr eine Achsen-Drehung ertheilte, so wäre die Centrifugalkraft am Aequator am größten gewesen, die Gewässer hätten sich dort angesammelt und eine Gebirgsreihe hinter sich an den Polen gelassen.

Der Leser wird vielleicht nicht ganz verstehen, was wir unter Centrifugalkraft begreifen. Wenn nämlich ein Körper schnell im Kreise oder um seine Achse gedreht wird, so wird er sich immer mehr von dem Mittelpunkte dieses Kreises zu entfernen streben, d. h. die diesen Körper bildenden Theile werden von dem Mittelpunkt der Bewegung zu entfliehen suchen. Wenn ein Wassereimer an einem Seil aufgehängt oder auf einer Töpferscheibe aufgestellt und in eine schnelle Rotationsbewegung gebracht wird, so wird sich das Wasser um die innere Wand des Gefässes herum ansammeln und eine Art Welle bilden; und könnten wir dieselbe Bewegung einer Substanz beibringen, welche aus sehr locker verbundenen Theilchen bestünde, so würden sie von einander wegfliehen und das Seil verlassen, an dem sie aufgehängt waren. Dieß sind nun die Wirkungen der Centrifugal- oder Centrum-fliehenden, d. h. der Schwungkraft.

Es ist aber bekannt, daß die Kraft, durch welche jeder Theil von dem Centrum der Bewegung weggestoßen wird, nach Maaßgabe der Entfernung des Körpers von diesem Centrum zunimmt, und demgemäß wird in jedem kugelförmigen Körper diejenige Linie von Theilchen der Oberfläche, welche der Achse der Bewegung am entferntesten ist, die größte Centrifugalkraft haben. Aus diesem Satze folgt, daß der Aequator der Erde eine größere Centrifugalkraft erleiden muß, als jeder andere Theil der Erdoberfläche. Zur deutlicheren Darstellung dieses Faktums bedient man sich eines sehr hübschen Instrumentes. Zwei elastische eiserne Reife werden kreuzweise miteinander verbunden und durch eine



Achse gesteckt; die Reife müssen sich leicht zusammendrücken lassen, so daß ein auf die Spitze ausgeübter Druck ein Herausschwellen der Mittellinie oder des Aequators verursachen würde. Diese Ringe werden durch ein Steigrad mit Kurbel oder ein Band und ein Rad in Bewegung gesetzt, welches vermöge der Centrifugalkraft eine Ausdehnung des Aequators nebst einer damit verbundenen Herabdrückung der Pole hervorbringt. Derselbe Grundsatz wird beim Regulator der Dampfmaschine angewandt, wo durch eine einfache Vorrichtung der Dampf hinaus gejagt oder beibehalten wird, je nachdem sich die Centrifugalkraft vermehrt oder vermindert.

Wir wollen nun annehmen, daß die Erde bei ihrer Erschaffung ein vollkommener Kugelkörper war und eine Umdrehung um ihre Achse besaß, wodurch sich eine ungeheure Wassermenge in den Aequatorialgegenden ansammelte. Allein das Wasser ist überall mit Steintrümmern geschwängert, welche es auf seinem Lauf von einem Orte zum andern bildet oder sammelt. Und da es unter den nämlichen Umständen immer auch dieselbe Kraft hatte, muß es dieß von Anfang an gethan haben. Das Gestein wird aber durch den vom Wasser abgelagerten Niederschlag und die abgeriebenen Theile, welche es in sich sammelt, gebildet. Daher müssen sich um den Aequator herum höhere und umfassendere Gebirge gebildet haben, als an irgend einem andern Theil der Erdoberfläche, und daher auch der größere Durchmesser am Aequator.

Wir behaupten nicht gerade, daß die Erde ihre gegenwärtige Gestalt nothwendig auf diese Weise erlangt habe; wohl aber, daß diese theoretischen Betrachtungen die Gestaltung zu erklären im Stande sind, welche wir jetzt an ihr sehen, und wir werden so auf den Einfluß aufmerksam gemacht, den jeder Zweig einer Wissenschaft auf den andern übt. Die Wissenschaften sind willkürliche Klassifikationen derjenigen Gesetze, nach welchen verschiedene Ursachen auf verschiedene Gattungen des Stoffes, oder Stoff unter verschiedenen Gestalten, und auf die hervorgebrachten Erscheinungen wirken. Wenn wir annehmen wollten, daß die verschiedenen Naturwissenschaften von einander getrennt seyen, so würden wir die Einheit der Absicht und die Harmonie der Wirkung, die doch in der materiellen Schöpfung beständig beurkundet werden und nothwendig existiren, beeinträchtigen. Die Beschränktheit unserer Fähigkeiten mag diese Eintheilung oder Klassifikation nothwendig machen; allein wir müssen uns stets erinnern, daß sie immerhin eine künstliche ist, und daß die Wissenschaften keine unabhängigen Zweige des Wissens überhaupt sind. Diese Ansicht von den Naturwissenschaften wird darthun, wie gut es ist, wenn wir uns ihres vereinigten Beistandes bedienen, um die Zustände der Erde zu erklären, und es ist bereits genug gesagt, um den Leser zu überzeugen, daß die zahlreiche Reihe von

Erscheinungen, von denen wir täglich Augenzeugen sind, nur durch eine Bekanntschaft mit vielen Zweigen des Wissens verstanden werden kann.

Der erste Zweifel in Betreff der vollkommenen Kugelgestalt der Erde soll aus Beobachtungen des Pendels und seiner Schwingungen entstanden sein. Ritcher bemerkte bei einer Beobachtung der Durchgänge der Fixsterne auf der Insel Cayenne, daß das Pendel seiner Uhr eines Tages sich in einer um 2′ 28″ geringeren Geschwindigkeit bewegte, als es nach seiner auf die Bewegung der Sonne gestützten Regulirung hätte thun sollen. Er fand es für nothwendig, die Länge seines Pendels beinahe um einen Viertelszoll zu verkürzen, um seine Schwingungen denen gleich zu machen, die es in Paris gehabt hatte. Diese seltsame Erscheinung erregte die Aufmerksamkeit des Astronomen, und die Nachforschung nach der Ursache derselben brachte ihn auf den Verdacht, die Erde dürfte nicht vollkommen rund seyn.

Es wird jedoch dem Leser nicht ganz klar seyn, welche Verbindung zwischen der Schwingung eines Pendels und der Gestalt der Erde bestehe; es sey uns daher erlaubt, diesen Satz durch einige wenige Bemerkungen zu erläutern. Das Instrument, das wir Pendel nennen, besteht aus einem schweren Körper, der an einer dünnen Schnur oder einem Drahte hängt, und wird häufig bei Berechnungen gebraucht, welche die Messung der Zeit zum Zwecke haben. Man darf jedoch nicht glauben, daß das Pendel jemals die bewegende Kraft sey: es wirkt als Regulator an den Uhren, und die Bewegung entsteht durch den Fall eines Gewichtes oder das Zurückspringen einer mit der Maschine verbundenen Feder. Der Gewichte bedient man sich gewöhnlich bei Wanduhren, der Federn bei Taschenuhren, und die letztern werden gewöhnlich durch ein Schwungrad (die Unruhe) und nicht durch ein Pendel regulirt. Die Vorkehrung, durch welche das Pendel einer Wanduhr mit dem Räderwerk verbunden ist und die Bewegung desselben regulirt, wird das Stoßwerk oder die Hemmung genannt; hievon gibt es verschiedene Abarten, wie den Hebel und die ruhende Hemmung (Todtenschlag), welche letztere wegen ihres eigenthümlichen Tones so genannt wird.

Die Theorie und die Gesetze des Pendels sind leicht zu verstehen; wenn man die Scheibe eines Pendels, welches frei von einem Punkte herabhängt, aus der senkrechten Lage erhebt und dann durch ihr eigenes Gewicht fallen läßt, beginnt sie eine Reihe von Schwingungen, die unendlich sein müßte, würde die Bewegung nicht durch die Reibung am Aufhängungspunkte und den Widerstand der Luft allmählig gehemmt. Sie fällt vermöge derselben Kraft, welche den Fall jedes Körpers nach der Erde zur Folge hat, nämlich der Schwerkraft, in die senkrechte Lage zurück,

welche die Scheibe des Pendel früher eingenommen hatte; hat sie aber diese Lage erreicht, so hat sie eine gewisse Geschwindigkeit erlangt, welche hinreichend ist, um sie nach der entgegengesetzten Seite aufwärts zu treiben und hier einen eben so großen Bogen durchlaufen zu lassen, als beim Herabfallen. Das Pendel ist daher, der Theorie nach, einer beständigen Bewegung fähig.

Galilei entdeckte, daß die Oscillationen eines Pendels isochronisch sind, das heißt in gleichen Zeiten geschehen, der Bogen mag nun groß oder klein seyn, jedoch mit einer gewissen Beschränkung. Er kam zu dieser Entdeckung, als er in der Kirche zu Pisa die Schwingungen des großen Leuchters beobachtete, in welche derselbe gerathen war, als man die Lichter zum Abendgottesdienst anzündete. Aber ein Gesetz, welches unsere höchste Aufmerksamkeit verdient, ist das: daß die zu einer Oscillation erforderlichen Zeiten gleich den Quadratwurzeln aus der Länge des Pendels sind. Wenn wir z. B. drei Pendel haben, deren Länge beziehungsweise 1, 4 und 9 beträgt, so werden die Oscillationen des zweiten doppelt so viel, und die des dritten dreimal so viel Zeit, als die des ersten, erforzern, weil 1, 2 und 3 die Quadratwurzeln von 1, 4 und 9 sind. Die Oscillationen des Pendels wechseln nach seiner Länge, welche so eingerichtet ist, daß er Sekunden schlagen oder, mit andern Worten, sechszigmal in der Minute sich schwingen kann. Für die Breite von London muß er $39\frac{1}{5}$ englische Zoll lang seyn. Doch wird ein Pendel, das unter einer Breite Sekunden schlägt, dieß nicht auch unter einer andern thun, und das Sekundenpendel für Paris, welches 36 Zoll 8,56 Linien französischen Maaßes lang seyn muß, würde in Quito auf 36 Zoll 7,10 Linien verkürzt, auf Spitzbergen aber bis zu 36 Zoll 9,40 Linien französischen Maaßes verlängert werden müssen, um genau eine Sekunde anzugeben. Die Entfernung dieser drei Orte vom Aequator beträgt nämlich für Paris 48° 50,′ für Quito nur 13′, und für Spitzbergen 79° 50′.

Die Anziehungskraft der Schwere ist eine Kraft, die aller Materie innewohnt und den Theilchen wie den Massen angehört, indem alle Körper einander anziehen und zwar direkt nach dem Umfang ihrer Masse und umgekehrt nach den Quadraten ihrer Entfernungen. Wenn aber ein Körper in eine drehende Bewegung um seine Achse gebracht wird, so wird dadurch eine neue Kraft in Thätigkeit gerufen, welche der Anziehungskraft einigermaßen Widerstand leistet. Betrachten wir z. B. unsere Erde: die Schwerkraft würde sie veranlassen, gegen den Sonnenkörper hin oder in denselben hineinzufallen, allein die Centrifugalkraft treibt sie von der Sonne hinweg, und durch die richtige Vertheilung dieser beiden Kräfte behauptet die Erde ihren Platz. Würde die Schwerkraft aufhören, so

würde die Erde in einer Tangente nach demjenigen Theil ihrer Bahn rollen, nach welchem sie sich in diesem Augenblick eben bewegte; — und würde die Erde mit ihren Umdrehungen aufhören, so würde sie nach dem Mittelpunkt der Schwere fallen. Wenn wir nun diesem Satze das Faktum anreihen, daß die Centrifugalkraft in einem gewissen Verhältniß zu der Entfernung des Körpers vom Mittelpunkt seiner Anziehung steht, so wird man leicht begreifen, warum man das Pendel zur Messung der Erde verwendet.

Wenn die Anziehungskraft der Erde nicht hinreichte, um die Wirkung ihrer Centrifugalkraft zu heben, so würden die abgetrennten Körper an ihrer Oberfläche abgestoßen werden. Aber auch unter den gegenwärtigen Umständen nimmt ihr Gewicht gegen den Aequator hin ab. Wenn die Erde sich nicht um ihre Achse drehte, so würde jede Substanz an allen gleich weit vom Mittelpunkt entfernten Orten dasselbe Gewicht haben. Da aber die Centrifugalkraft, welche alle Körper von der Rotationsachse wegzustoßen strebt, mit der Entfernung sich vergrößert, so muß die Schwerkraft von den Polen nach dem Aequator hin abnehmen.

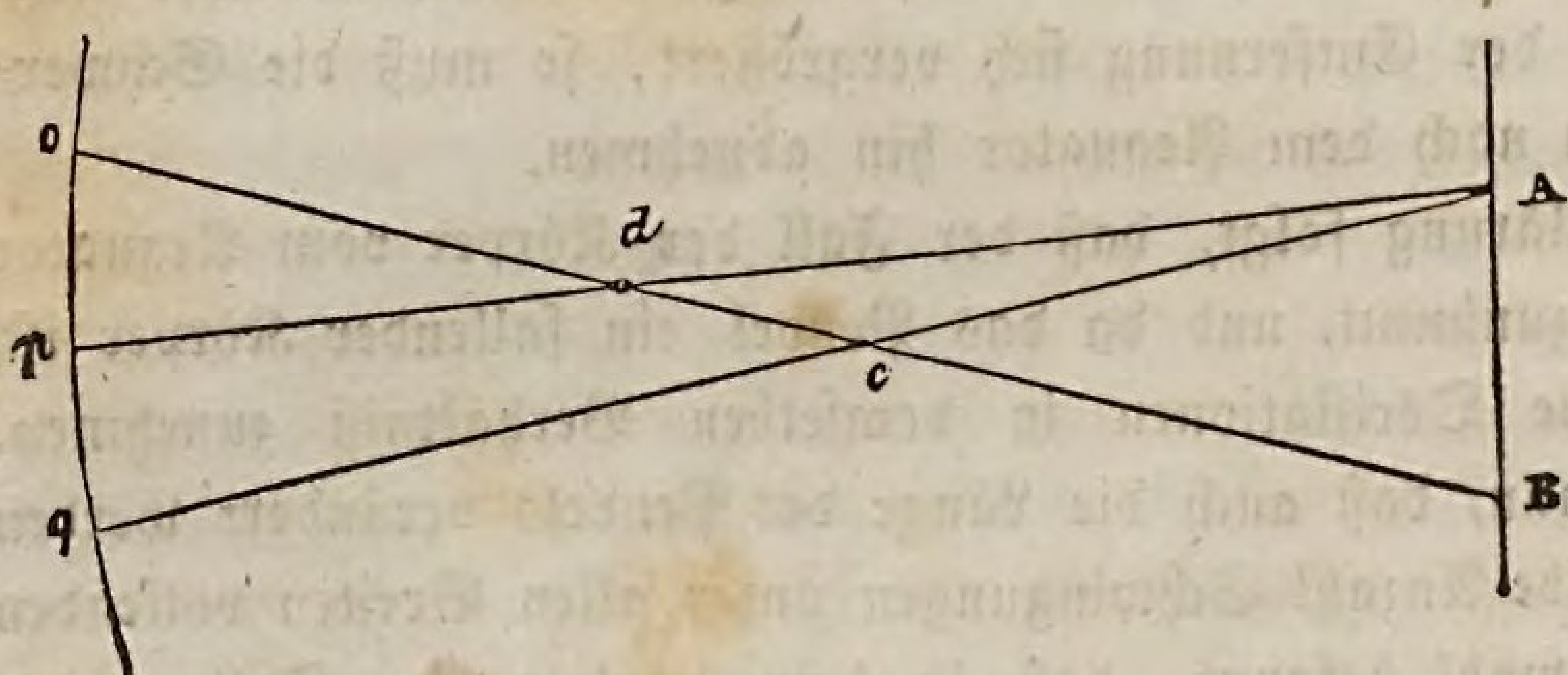
Aus dieser Erklärung folgt, daß der Fall der Körper vom Aequator nach den Polen zu zunimmt, und da das Pendel ein fallender Körper ist, so müssen auch seine Oscillationen in demselben Verhältniß zunehmen. Daraus ergibt sich nun, daß auch die Länge des Pendels verändert werden muß, wenn es dieselbe Anzahl Schwingungen unter allen Breiten vollenden soll. Nun ist aber wohl bekannt, daß in dem vorliegenden Falle eines sich drehenden Sphäroids die Centrifugalkraft vom Aequator nach den Polen zu in dem Verhältnisse sich verändert, wie das Quadrat von dem Sinus der Breite.

Aus diesen Grundsätzen können wir die wahre Gestalt und die Dimensionen der Erde ableiten, und obschon diese Methode dem gewöhnlichen Leser etwas verwickelt erscheinen mag, so ist sie doch einer ebenso großen Genauigkeit fähig, als irgend eine der bisher angenommenen Messungsweisen. So beweist das Resultat der Versuche, welche man anstellte, um die Gestalt der Erde durch eine wirkliche Messung, so wie durch die Oscillationen des Pendels zu bestimmen, daß sie ein abgeplattetes Sphäroid ist, und zwar ein Sphäroid, das nicht nur an den Polen, sondern auch am Aequator, wenn auch hier unbedeutend, abgeplattet ist.

Die beziehungsweise Ruhe der Fixsterne.

Der Leser möchte immer noch einige Skrupel in Betreff dieses Gegenstandes haben und nicht im Stande seyn, sich die unveränderliche Stellung der Sterne gegenüber von einander zu erklären. Wenn er die Gegenstände in

seiner Nähe betrachtet, so bieten sie ihm verschiedene Stellungen, je nach der Lage des Punktes dar, von dem aus er sie beobachtet. Aendert er seine Stellung nur um einige Fuße, so werden sich die relativen Plätze der näheren Punkte bedeutend verändern, bei den entfernteren wird die Veränderung jedoch weniger bemerkbar seyn. Die Bekanntschaft mit diesem Faktum mag ihn bereits auf den Gedanken gebracht haben, daß die Sterne ihre relativen Plätze nicht verändern, von welchem Punkt aus er sie auch betrachten möge, denn sie sind so weit von uns entfernt, daß wir den Abstand der Sterne und den Abstand der zwei Punkte, von denen aus sie beobachtet werden, durchaus nicht in Vergleich mit einander bringen können. Wir sind in der That gewöhnt, um alle Gegenstände einen imaginären Kreis mit unendlich vielen Halbmessern zu ziehen, dessen Mittelpunkt das Auge ist; und im Verhältniß zu ihrer Nähe werden sich die Beziehungen unter diesen Gegenständen mit der Veränderung des Orts, von wo aus man sie beobachtet, ebenfalls verändern.



A und B sollen zwei Punkte sein, von denen aus wir die zwei Gegenstände c und d beobachten. Von B aus würden diese beiden Gegenstände in dem Punkte o zusammenfallen; wenn wir jedoch gegen A vorrücken, so verändern die Gegenstände offenbar ihre Plätze, und in A müßten wir den Gegenstand c auf den Punkt q, und den Gegenstand d auf den Punkt p beziehen, wobei der nähere Gegenstand c einen größeren Winkel A c B, als der entferntere, A d B, bildete.

Diese Winkelbewegung eines Gegenstandes in unserem Gesichtskreise, die aus der Veränderung des Beobachtungspunktes entspringt, wird Parallaxe genannt. Da aber die Summe der parallaktischen Bewegung mit der größeren Entfernung des Gegenstandes abnimmt, so wird sie endlich ganz aufhören, wenn der Gegenstand sehr weit entfernt ist; und dieß ist der Fall bei den Firsternen. Wäre dieß nicht so, so würden die Sterne verschiedene relative Lagen darbieten. Am Horizont würden sie auf einander gedrängt und unter einander geschoben seyn, und je mehr sie sich dem Zenith näherten, desto mehr würden sie sich ausdehnen und sichtbar werden.

Aus diesen Bemerkungen folgt, daß die Dimensionen der Erdkugel im Vergleich mit dem Abstand der Sterne höchst unbedeutend, ja kaum be-

merkbar sind. Die Astronomie bietet uns aber eine Methode, wodurch wir die Entfernung der nächsten Firsterne bestimmen können. Die uns zu Gebot stehenden Mittel sind nun mit solcher Genauigkeit angewendet worden, daß wir herausgebracht haben: wenn Einer von den bis jetzt untersuchten Sternen einen Winkel auch nur von einer Sekunde besäße, d. h. wenn die Erdkugel einen Winkel von einer Sekunde bilden könnte, so wäre auch die Entfernung derselben von einander zu schätzen. Wenn wir aber auch die Entfernung der nächsten Firsterne nicht bestimmen können, so wissen wir doch, daß sie wenigstens drei Billionen deutsche Meilen betragen muß.

Es ist bemerkenswerth, daß die Astronomen aller Zeiten zum Behuf einer besseren Bezeichnung und Beschreibung die Firsterne in Gruppen oder Constellationen eintheilten, denen man verschiedene Namen beilegte. Diese obwohl willkürlichen Eintheilungen sind allgemein anerkannt und auch von den neueren Astronomen, welche noch einige weitere hinzufügten, gebraucht worden. Es ist jedoch nicht immer geschehen, daß die von den Alten gebrauchten Figuren genau beibehalten wurden, und in einzelnen Fällen sind sie geradezu ausgemerzt worden. Die Lage der Sterne hat häufig wenig oder gar keine Aehnlichkeit mit den Zeichnungen, welche sie vorstellen sollen. Sie sind jedoch von großem Vortheil für den Studirenden, und dienen ihm als eine Art künstliches Gedächtniß. Wer hat z. B. die gewöhnlich von den Sternbildern Orion und großer Bär gegebenen Zeichnungen aufmerksam betrachtet und sie dann am Himmel gesucht und nicht sogleich gefunden? Man hat Versuche gemacht, die Namen der Sternbilder umzuändern und eine neue Eintheilung der Himmelskugel einzuführen. Der verehrungswürdige Bede machte den Vorschlag, die 12 Zeichen des Thierkreises nach den 12 Aposteln zu nennen; und Judas Schillerius gab den andern Sternbildern Namen aus der heiligen Schrift. Es ist jedoch klar, daß jede Neuerung in der einmal angenommenen Ordnung mancherlei praktische Unannehmlichkeiten herbeiführen und die Schwierigkeiten und Irrungen noch vermehren würde, die mit der Vergleichung der alten und modernen Beobachtung verbunden sind. — Ueber das Nähere hinsichtlich der Firsterne verweisen wir den Leser auf die „Astronomie" von Moriz A. Stern (Stuttgart, J. B. Müller 1846.), wo im 18. Hauptstück S. 315 ffg. die ausführlichste und gemeinfaßlichste Abhandlung darüber sich findet. —

In scheinbarem Widerspruch mit dieser relativen Ruhe der Firsterne gegeneinander steht die Thatsache, daß auch an den Firsternen eine gewisse Bewegung und ein Vorrücken wahrgenommen wird, welche auf eine Rotation um einen noch unbekannten Centralkörper deutet. Die Kürze der

menschlichen Lebensdauer und die wunderbare, erstaunliche Entfernung der Fixsterne von unserem Planeten hat aber bis jetzt ein Erfahrungsresultat in dieser Beziehung noch unmöglich gemacht. Doch haben seit einigen Jahrzehnten mehrere tüchtige Astronomen auf theoretischem Wege das Daseyn einer Centralsonne zu beweisen gesucht, d. h. eines Lichtkörpers, um welchen sich alle Fixsterne und unter ihnen natürlich auch unsere Sonne) in eben der Weise drehen würden, wie die Planeten unseres Systems sich um die Sonne bewegen. Einer der gelehrtesten Astronomen der Gegenwart, Professor Mädler, Direktor der Sternwarte in Dorpat, behauptet, durch mehr als sechsjährige Untersuchungen über die Bewegungen der Fixsterne ermittelt zu haben, daß diese Centralsonne der Stern Alcyone im Sternbilde der Plejaden (auch Siebengestirn, Gluckhenne genannt) sey. Da aber die Motive seiner Annahme, oder vielmehr die vorgebrachten Beweise seiner Behauptung mehr der reinen Astronomie angehören, so können wir hier nicht weiter darauf eingehen, sondern verweisen die sich hiefür interessirenden Leser auf den Nachtrag zu Stern's „Astronomie" und auf Mädler's eigene Schrift*).

Die Planeten.

Bis hieher haben wir alle Sterne als in relativen Entfernungen von einander fest stehende und mit keiner individuellen Bewegung begabte Körper betrachtet. Wer jedoch den bereits angeführten Thatsachen die gehörige Aufmerksamkeit geschenkt hat, kann nicht umhin, wahrzunehmen, daß einige von den Himmelskörpern, und zwar gerade die hervorleuchtendsten, ihre Lagen beständig verändern und unter der Menge der weniger rastlosen Welten umherwandern. Der Mond war bei den Dichtern immer das Sinnbild der Flatterhaftigkeit nicht nur wegen der unaufhörlich wechselnden Gestalt und Größe seiner erleuchteten Scheibe, sondern auch wegen seiner wechselnden Bewegungen auf der großen Himmelsfläche. Jene wandernden Körper nennt man Planeten, und sie vollenden in verschiedenen Zeiten ihren unabhängigen Kreislauf am Himmel. Auch an den Fixsternen bemerken wir, wie oben gesagt, eine Veränderung des Orts; sie ist jedoch so unwichtig, daß sie keine wesentliche Veränderung während der ganzen Zeitperiode, seit die Himmelskörper mit astronomischem Interesse beobachtet worden sind, gezeigt hat.

Wir sind gewöhnt, Entfernungen und Größen nach dem Organe des Gesichts zu beurtheilen. Dieses läßt uns jedoch gänzlich im Stich, wenn

---

*) Die Centralsonne. Von Dr. J. H. Mädler, kais. russ. Collegienrathe u. s. w. Zweite umgearbeitete und erweiterte Auflage. Mitau und Leipzig. 1847.

wir es auf die Himmelskörper anwenden. Ein kluger und geistreicher Beobachter kann jedoch aus einfachen Wahrnehmungen ohne Instrumente manche wichtige Fakta in Betreff der Bewegung und der Beziehungen der Gestirne zu einander ableiten, und selbst einige Belehrung über ihre Größe und ihren Abstand gewinnen. Diese wird jedoch keineswegs genügend seyn, noch sich einem systematischen Wissen nähern. Er kann z. B. wahrnehmen, daß die Wolken der Erde näher sind, als die Himmelskörper, denn jene verbreiten sich oft wie ein Schleier über die ganze Oberfläche der Erde, und aus den bereits erläuterten Sätzen kann er beweisen, daß sie nur wenige Meilen hoch sind, da man sie nur auf einem sehr beschränkten Distrikte unter besonderen Formen sieht. Aber der Mond bewegt sich in einer sehr großen Entfernung von uns, denn man sieht ihn zu gleicher Zeit über der ganzen einen Hälfte der Erde, und doch ist er nicht so fern, wie die Sonne, denn er kommt zuweilen zwischen die Erde und diesen Körper und bringt eine Sonnenfinsterniß hervor. Es kann Jener ferner, wenn er einen Sterndurchgang beobachtet, entdecken, daß Merkur uns bisweilen näher steht, als die Sonne; allein alle auf diese Weise erlangte Belehrung wird nur unvollständig und Stückwerk seyn, und erst durch die genauesten Beobachtungen mit Hilfe der Instrumente läßt sich eine geltende und richtige Belehrung zu Stande bringen. Es würde hier nicht am Platze seyn, die Methoden darzulegen, durch welche wir zu unserer Kenntniß in diesen Dingen kamen; was hier versucht werden soll, besteht in einem allgemeinen Umriß der Resultate, der jedoch hinreichend seyn dürfte, um den Leser mit den Beziehungen der Erde zu den wandernden Körpern und der Sonne bekannt zu machen.

Die Erde ist ein individuelles und beinahe unwichtiges Mitglied eines Systems von Körpern, dessen Mittelpunkt die Sonne bildet. Das Sonnensystem, wie man es nennt, besteht aus 18 Planeten, welche sich in beinahe kreisrunden Bahnen um die Sonne drehen, und von denen einige von Trabanten (der Saturn z. B. hat deren acht) begleitet sind, welche Kreise von beinahe derselben Form durchlaufen. Diese Bewegungen werden durch die Anziehungen der Centralkörper hervorgebracht: so verhindert der Sonnenkörper, daß die Planeten in den Raum hinausfliegen, und die Anziehungskraft der Planeten erhält ihre Trabanten in der gehörigen Entfernung. Alle diese Körper haben daher in einer gewissen Entfernung einen Einfluß auf einander, indem jeder dazu beiträgt, das Ganze eben so sicher zu verbinden, als ob die Theile durch einen greifbaren Stoff mit einander verknüpft wären; und dieser Einfluß ist eben die Gravitation oder Anziehungskraft.

Die Namen dieser Planeten, von welchen in den Jahren 1845—49

nicht weniger als sieben neuentdeckt wurden, und welche augenscheinlich binnen Kurzem noch durch weitere Entdeckungen vermehrt werden dürften, sind folgende: Merkur, Venus, Erde, Mars, Flora, Vesta, Asträa, Juno, Hebe, Iris, Ceres, Pallas, Metis, Jupiter, Saturn, Uranus, Neptun. Ein weiterer Planet, der zuletzt entdeckte, welchen de Gasparis in Neapel am 12. April 1849 aufgefunden hat und welcher seither auch von anderen Astronomen beobachtet wurde, hat noch keinen Namen; er gehört auch zu den Asteroiden, und soll eine Umlaufszeit von ungefähr zehn Jahren haben.

Vier von den Planeten: Venus, Mars, Jupiter und Saturn, sind nicht nur dem bloßen Auge sichtbar, sondern zeichnen sich auch durch ihren bemerkenswerthen Glanz aus. Den Uranus vermag man kaum ohne ein Telescop zu erblicken, und obwohl Merkur als ein großer Stern sichtbar ist, nimmt man ihn doch nur hie und da wahr, da er der Sonne sehr nahe liegt und im Glanze ihrer Strahlen verloren geht. Seine größte Winkelentfernung von der Quelle des Lichts beträgt etwa 29 Grad, und man sieht ihn entweder als Morgen- oder als Abendstern. Wenn er sich östlich von der Sonne befindet und gehörig weit entfernt ist, um nicht in ihrem sinkenden Glanze zu verschwinden, so kann man ihn am westlichen Horizonte sehen; ist er westlich von ihr, so erscheint er am östlichen Horizont mit eigenthümlichem Glanz, als der Vorläufer seiner Herrin. Die kleineren Planeten: Flora, Vesta, Asträa, Juno, Hebe, Iris, Ceres, Pallas und Metis werden dem bloßen Auge nie sichtbar.

Es ist nicht unsere Sache, hier die Eigenthümlichkeiten und verschiedenen Erscheinungen an den planetarischen Körpern zu untersuchen. Die folgende Tabelle mag jedoch dem Leser insofern von Nutzen seyn, als sie die wichtigsten Details in Beziehung auf ihre Bahnen und Ausdehnungen gibt. Die Planeten sind in der Ordnung ihrer Sonnennähe an einander gereiht.

Name des Planeten.	Mittlere Entfernung von der Sonne, oder Halb-Achse.	Mittlere siderische Umlaufszeit in mittleren Sonnentagen.	Aequatorial-Durchmesser, wenn der der Sonne gleich 111,454 ist.
Merkur	0,3870981	87,9692580	0,398
Venus	0,7233316	224,7007869	0,975
Erde	1,0000000	365,2563612	1,000
Mars	1,5236923	686,9796458	0,517
Vesta	2,3678700	1325,7431000	
Juno	2,6690090	1592,6608000	
Ceres	2,7672450	1681,3931000	
Pallas	2,7728860	1686,5388000	
Jupiter	5,2027760	4332,5848212	10,860
Saturn	9,5387861	10759,2198174	9,987
Uranus	19,1823900	30686,8208296	4,332

Die Verhältnisse der kleineren neuentdeckten Planeten sind noch nicht ganz zuverlässig ermittelt, und wir geben deßhalb ihre Zahlverhältnisse der mittleren Entfernung, Umlaufszeit und ihres Aequatorial-Durchmessers nicht. Wer sich dafür interessirt, findet sie in den verschiedenen neueren Compendien der Astronomie, und in den Jahrbüchern der hauptsächlichsten Sternwarten.

Das neunzehnte Jahrhundert war den astronomischen Entdeckungen außerordentlich günstig, und besonders das letzte Jahrzehnt hat die bedeutendsten Erfolge der Wissenschaft gesehen. Asträa, Neptun, Flora und alle die neueren Planeten welche in obiger Tabelle fehlen, sind in den letzten fünf Jahren entdeckt worden, und wir dürfen mit Stolz sagen: der Anstoß zu ihrer Auffindung ging von Deutschland aus. Schon früher hatten einige Astronomen die Vermuthung aufgestellt, die vier Asteroiden oder kleinen Planeten Vesta, Juno, Ceres und Pallas müßten Trümmer eines zu Grunde gegangenen größeren Sternes seyn, der einst zwischen Mars und Jupiter um die Sonne kreiste, und es seye sehr wahrscheinlich, daß man noch später, bei größerer Vervollkommnung der optischen Instrumente, weitere Stücke desselben als unabhängig kreisende Planeten entdecke. Einem Deutschen war es vorbehalten, die Richtigkeit dieser Muthmaßung zu bewähren. Ein Herr Henke in Driesen (im königl. preußischen Regierungsbezirk Frankfurt an der Oder), früher Postsekretär, welcher sich von gewissen Himmelsgegenden ganz genaue Karten verfertigt hatte, bemerkte am 8. December 1845 einen Stern neunter Größe an einer Stelle, wo er sonst, wiewohl ihm diese Himmelsgegend sehr bekannt war, keinen bemerkt hatte, sowie sich auch auf den Karten an dieser Stelle kein Stern verzeichnet fand. Weitere Beobachtungen setzten das Fortrücken dieses Fremdlings außer Zweifel und ergaben bald, daß er ein Planet ist, welcher mit den vier bereits bekannten kleinen Planeten rücksichtlich seiner Bahn die größte Aehnlichkeit hat. Man hat ihn Asträa genannt. Nach den Berechnungen des Herrn Dr. Galle, welche übrigens durch die fortgesetzten Beobachtungen noch einige Aenderung erleiden werden, im Wesentlichen aber die Bahn hinlänglich bestimmen, hat dieser neue Planet eine mittlere Entfernung von der Sonne, die ungefähr 53 Millionen Meilen beträgt, so daß er mithin zwischen Juno und Vesta steht. Die Neigung der Bahn gegen die Erdbahn beträgt etwas über 5 Grad und die Umlaufszeit ungefähr 1512 Tage.

Der zweite neuere Planet, der entfernteste unseres Sonnensystems, wurde auf eine noch merkwürdigere Weise, und eher erfunden als gefunden, nämlich durch rein theoretische Untersuchungen und Berechnungen. Schon lange hatten nämlich die Astronomen, welche die Bewegungen des

Planeten Uranus beobachteten, in dessen Bahn Störungen und Abweichungen entdeckt, welche der Theorie ganz zuwider liefen und sich auch nicht durch den Einfluß der Planeten Jupiter und Saturn auf den Uranus genugsam erklären ließen, so daß sich endlich bei Vielen die Vermuthung regte, es könnte irgend ein Planet noch jenseit des Uranus in dessen Umlauf die beobachteten Störungen hervorbringen. Die Göttinger Societät der Wissenschaften setzte einen Preis auf die Bearbeitung von Planetentafeln, welche endlich einmal richtige Berechnungen und Angaben über die Bewegungen des Uranus aufstellten, und unter denen, welche sich der Lösung dieser wissenschaftlichen Aufgabe unterzogen, war auch der noch sehr junge Astronom Le Verrier in Paris. Seit Anfang des Jahres 1846 beobachtete er den Umlauf des Uranus und suchte durch eine Reihe der scharfsinnigsten, mühevollsten theoretischen Untersuchungen den Grund dieser Störungen, einen wahrscheinlich noch jenseits des Uranus im Weltraume kreisenden Planeten, zu entdecken, und den Ort zu ermitteln, welchen dieser am Himmel einnehmen müßte. Am 26. August 1846 veröffentlichte er die Elemente der Bahn dieses Planeten, d. h. seine mittlere Entfernung von der Sonne (die Le Verrier auf 747,187,487 geographische Meilen angab), die Excentricität seiner Bahn, die Länge seines Perihels (Sonnennähe), seine Umlaufszeit, Masse und Neigung seiner Bahn. Ferner schrieb er an einen der geschicktesten Beobachter des Himmels, den Astronomen Dr. Galle an der Berliner Sternwarte, die Bitte, sein auf theoretischem Wege gewonnenes Resultat auch durch die Erfahrung zu bestätigen und am angegebenen Orte des Himmels nach dem vermutheten Planeten zu suchen. Dr. Galle erhielt diesen Brief am 23. September, und entdeckte noch am selben Abend den bezeichneten Planeten am Himmel durch Vergleichung einer sehr genauen, von Dr. Bremiker gezeichneten Sternkarte, auf welcher dieser Stern jedoch nicht angegeben war. Der gefundene Stern, dem man den Namen Neptun und das Zeichen ♆ gegeben hat, war ein Stern achter Größe; durch mehrfache Beobachtungen ward immer klarer, daß er kein Fixstern, sondern ein Planet war, und nunmehr sind durch Beobachtungen auf vielen Sternwarten alle Zweifel gehoben. — Der neue Planet liegt 37,154 Erdbahnhalbmesser hinter dem Uranus; seine mittlere Entfernung von der Sonne beträgt (nach den neuesten Berechnungen) 768 Millionen geographische Meilen; seinen Umlauf um die Sonne vollendet er in ungefähr 227 Jahren, d. h. sein Jahr ist etwa 227mal so lang als das unsere. Sein Umfang verhält sich zu dem unserer Erde wie 250 zu 1. Neuere Beobachter haben an ihm sogar einen Ring entdeckt, wie am Saturn. — Von da an folgten sich die Entdeckungen in der Astronomie

in rascher Folge. Im Laufe des Jahres 1847 wurden die drei weiteren Asteroiden Hebe, Iris und Flora entdeckt. Das Verdienst, Hebe aufgefunden zu haben, gehört wiederum Herrn Hencke, dem Entdecker der Asträa; dieß geschah am 1. Juli 1847. Die Iris wurde am 13. August von Hind in London entdeckt, der am 18. Oktober desselben Jahres, Abends 11 Uhr 20 Minuten wieder einen Planeten entdeckte, der den Namen Flora erhielt. Die Bahnen dieser drei Kometen betreffend, lassen sich zwar noch keine ganz genauen Angaben über ihre Zahlenverhältnisse machen, aber annähernd richtig dürften folgende seyn:

Mittlere Entfernung von der Sonne, d. h. halbe große Axe der Planetenbahn bei der

Hebe 50,365,000 geogr. M. Iris 49,146,000 g. M. Flora 44,526,000 g. M.

Excentricität der Bahn von

Hebe 10,375,200 g. M. Iris 11,205,200 g. M. Flora 10,713,000 g. M.

Neigung der Bahn gegen die Ekliptik von

Hebe 140° 47′ Iris 5° 29′ 23″ Flora 5° 54′

Umlaufszeit:

Hebe etwa 1462 Tage, Iris etwa 1380 Tage, Flora 1300 Tage.

Außerdem wurden noch mehrere Kometen, einige Monde oder Trabanten zu Saturn, ein solcher zum Neptun entdeckt, so daß unser Sonnen- oder Planetensystem nunmehr hat: 18 Hauptplaneten: Merkur, Venus, Erde, Mars, Flora, Vesta, Asträa, Juno, Hebe, Iris, Ceres, Pallas, Metis, Jupiter, Saturn, Uranus, Neptun, und den neuesten Planeten von de Gasparis; — ferner 21 Nebenplaneten oder Monde (Trabanten): 1 Mond der Erde, 4 Monde des Jupiter, 8 Monde des Saturn, 6 Monde des Uranus und 2 Monde des Neptun; endlich 2 Ringe: am Saturn und Neptun, sowie 3 Kometen von bekannter Wiederkehr: den Halley'schen, Enke'schen und Biela'schen.

Es mag hier auch erwähnt werden, daß das gegenwärtige Verhältniß der Glieder des Sonnensystems, so weit uns die Forschung bis jetzt gelehrt hat, das einzige ist, durch welches die Stabilität des Ganzen gesichert werden konnte. Wenn wir jedoch von der Stabilität des Systems sprechen, so müssen wir uns erinnern, daß auch die Planeten eine Anziehungskraft auf einander ausüben, obschon sie alle unter dem noch mächtigeren Einflusse der Sonne stehen. Die Erde z. B. wird durch die Sonne in ihrer Bahn erhalten, wird jedoch auch durch Merkur, Venus, Jupiter und die anderen Planeten je im Verhältniß zu deren Massen und Entfernungen afficirt. Aber all diese Körper ändern beständig ihre Lagen in Beziehung auf die Erde und zu einander, und die Entdeckung dieses Faktums führt uns natürlicherweise zu der Frage: was das endliche Resultat dieser ver-

einigten Anziehungen seyn dürfte? Es fragt sich jedoch nicht, ob sie unmittelbar eine Wirkung hervorbringen werden, welche der Stabilität des Systems feindselig wäre, sondern ob dieß nicht in künftigen Zeitaltern geschehen könne. Eine einzige Revolution kann nur einen geringen Einfluß üben, denn die vereinigte Anziehungskraft aller Planeten, durch welche Störungen herbeigeführt werden könnten, hat keine Bedeutung, gegenüber von der Kraft der Sonne. Wenn aber diese geringen Einflüsse fortfahren, auf einen Planeten zu wirken, und wenn dabei eine Revolution auf die andere folgt, so können sie ihn nach und nach aus seiner gegenwärtigen Bahn treiben.

Um dieser Untersuchung ein bestimmtes Ziel zu geben, können wir etwa die Fragen aufwerfen: ob es möglich wäre, daß die Anziehungskraft der Planeten im Lauf der Zeit die Erde aus ihrer Bahn treiben, und so all die Uebel hervorbringen könnte, die aus einer Veränderung des Klima's entspringen würden; und ob es möglich wäre, daß sie einem andern Körper so nahe gebracht würde, daß ihre gleichförmige Bewegung gestört oder eine zweite Sündfluth herbeigeführt würde? Es gibt allerdings gewisse Störungen, und wenn diese ohne Beschränkung weiter ausgedehnt werden, so läßt sich weder berechnen noch denken, in welche unglückliche Lage die Erde und ihre Schwesterplaneten durch die langandauernde und fortschreitende Thätigkeit eines solchen gebracht werden könnten.

Der Abstand des Brennpunktes von dem Mittelpunkt der elliptischen Bahn der Erde hat seit den frühesten Zeiten astronomischer Beobachtung immer abgenommen, und ihr Trabant, der Mond, hat sich seit der Zeit, wo man die erste Mondsfinsterniß beobachtete, immer schneller und schneller bewegt. Es ist daher nicht unvernünftig, zu fragen, wo diese Veränderungen enden werden. Was anders als Zerstörung kann aus diesen Umänderungen in der Schönheit, Harmonie und Stabilität entspringen? Allein der Schöpfer des unvergleichlichen Mechanismus des Universums hat sein Werk nicht der Selbstzerrüttung und Selbstzerstörung anheim gegeben. Diese Veränderungen finden eben in der Einrichtung der Systeme selbst eine Grenze. Sie mögen eine Zeitlang andauern, aber die Ursachen selbst müssen zu wirken aufhören, und die Körper, welche eine Zeitlang in ihrer Bewegung gestört waren, werden in ihren ursprünglichen Zustand zurückkehren. Man kann sich wohl denken, daß es nicht so leicht ist, den Grad dieser Störungen nach der Zeit zu bestimmen, wann sie wieder aufhören werden; denn wir müssen uns erinnern, daß jeder Wechsel in der Lage der störenden Körper eine Veränderung in einer Bewegung des afficirten Körpers bewirken wird. Doch haben Lagrange und Laplace nachgewiesen, daß diese Störung eine gewisse Grenze nicht überschreiten könne, innerhalb welcher sie die Stabilität des Systems durchaus nicht beeinträchtigen wer-

den. Die Wirkungen, welche die Anziehungskraft eines kleineren Körpers auf einen Planeten ausübt, sind nur periodisch; die Ursachen bringen ein Maximum-Resultat hervor und hören dann auf thätig zu seyn, so daß der gestörte Körper wieder in die Bahn gebracht wird, die er verlassen hatte, ohne daß die Ordnung des Systems nothleidet.

Nichts vermag uns einen erhabeneren Begriff von den weisen Einrichtungen des Höchsten zu geben, als eben solche Betrachtungen. Wären diese Körper mit einer größeren oder kleineren Geschwindigkeit, als ihnen ursprünglich zu Theil wurde, in den Weltraum geschleudert worden, so würden sie sich in Bahnen von größerer oder geringerer Excentricität bewegt haben und dadurch würde die Stabilität des ganzen Systems beunruhigt worden seyn, indem ein Element der Zerstörung eingeführt worden wäre. Keine andere Einrichtung, so weit wir wenigstens beurtheilen können, hätte die gewünschte Wirkung hervorbringen oder die Combination vor Zerstörung sichern können.

Die Schwerkraft.

Wir haben bereits beiläufig einer Kraft erwähnt, welche wir die Kraft der Schwere nannten, und wir würden unseren Lesern nur einen sehr unvollkommenen Begriff von den Beziehungen der Erde geben, wenn wir den Einfluß derselben auf die Materie im Allgemeinen und auf die Himmelskörper im Besondern nicht näher erörterten. Vermöge dieser Kraft geschieht es, daß ungestützte und in der Nähe der Erde befindliche Körper abwärts fallen; daß sie einen Druck auf die Oberfläche ausüben, auf welcher sie ruhen; daß die Planeten sich um die Sonne drehen und die Trabanten um ihre Primärkörper. Sie ist in der That die Ursache von fast allen Erscheinungen der Bewegung, die wir um uns her wahrnehmen. Den Ursprung dieser Kraft können wir nicht bestimmen, aber die Umstände, unter denen sie wirkt, und die Gesetze, durch welche sie beherrscht wird, sind uns genau bekannt.

Das Gesetz der Gravitation bringt es mit sich, daß zwei Körper einander je nach dem Verhältniß ihrer Massen anziehen. Wenn sich daher zwei Körper, wovon der Eine eine doppelt so große Masse bildet, als der Andere, außerhalb des Einflusses aller andern Materie im Raume treffen, so werden sie eine gegenseitige Anziehung ausüben; während aber der größere bei seiner Annäherung einen Raum von 1 durchlauft, wird sich der kleinere durch einen Raum gleich 2 ihm entgegen bewegen. Wird die größere Masse verdoppelt, so wird die kleinere die Kraft der vermehrten Anziehung derselben in dem Maaße empfinden, daß sie durch einen Raum gleich 4 vorrückt, während die größere 1 zurücklegt. Das Verständniß dieses Gesetzes bietet durchaus keine Schwierigkeit dar, denn wie alle Körper

einander nach dem Verhältniß ihrer Massen anziehen, so zieht jeder einzelne Theil im Universum jeden andern Theil an, und alle von der Oberfläche der Erde weggeschleuderten Körper gehorchen nur diesem Gesetze, wenn sie wieder dahin zurückfallen. Die Materie ist an sich selbst durchaus passiv und unthätig, und mögen wir sie nun in einem Zustand der Ruhe oder der Bewegung wahrnehmen, so dürfen wir immer gewiß seyn, daß derselbe durch irgend eine äußerliche Kraft hervorgebracht wurde. Daraus sollte nun folgen, daß es außer der Schwerkraft keinen Grund gebe, warum ein Körper abwärts fallen müsse; er sollte eher die Richtung annehmen, in der er geworfen wird. Da aber verschiedene Körper zu verschiedenen Zeiten auf die Erde zurückfallen, so dürfte es vielleicht schwer seyn, das angeführte Gesetz als identisch darzustellen. Die ganze Anziehungskraft der Erde wirkt auf jedes einzelne Atom sämmtlicher Körper; sie sollten daher, ob groß oder klein, zu gleichen Zeiten herabfallen. Dieser Widerspruch hebt sich jedoch, wenn wir bedenken, daß auch die Luft auf die Oberfläche der Körper einwirkt; und von zwei Substanzen, die ein gleiches Gewicht, aber einen verschiedenen Umfang haben, wird diejenige zuerst fallen, welche der Luft den geringsten Widerstand darbietet. Ein Stein und eine Feder würden in einem luftleeren Raum von derselben Höhe aus binnen gleicher Zeit herabfallen; werden sie jedoch dem hemmenden Einfluß der Luft ausgesetzt, so fällt der Stein zuerst: nicht weil er von der Erde stärker angezogen wird, denn dieselbe Kraft wirkt auf seine Theile wie auf die der Feder, sondern weil er im Verhältniß zu seiner Masse einen geringeren Widerstand durch die Atmosphäre erleidet.

Diese Anziehungskraft zwischen zwei Körpern wechselt im umgekehrten Verhältniß wie die Quadrate ihrer Entfernungen; oder, mit andern Worten: die Anziehungskraft nimmt in dem Verhältniß ab, wie das Quadrat der Entfernung zunimmt. Nehmen wir an, daß ein Körper in einer Entfernung, die gleich 1 seyn soll, von einem andern mit einer Kraft ebenfalls gleich 1 angezogen werde, so wird bei einer Entfernung von 2 die Kraft nur gleich $^1/_4$, bei 3 gleich $^1/_9$ und bei 4 gleich $^1/_{16}$ seyn.

Wenn wir diese zwei Gesetze kennen, so wird es uns nicht schwer seyn, den Fall der Körper zu erklären, mögen sie nun in die Luft gehoben und dort losgelassen, oder von der Oberfläche der Erde aus in eine Grube oder einen Brunnen gesenkt werden. Um die Richtung der Schwerkraft zu bestimmen, darf man nur die Linie bezeichnen, in welcher die Körper fallen. Die Richtung eines Fadens, der am einen Ende aufgehängt ist und am andern eine schwere Kugel hat, wird die Richtung der Schwerkraft bestimmen; denn die Linie, in der er gezogen wird, muß durch die Thätigkeit der Gravitation bestimmt seyn. Daraus nehmen wir ab, daß

das Streben derjenigen Kraft, welche man die Erdschwerkraft nennt, dahin geht, alle Körper gegen den Mittelpunkt der Erde zu ziehen, oder mit andern Worten, daß ihre Richtung eine auf der Oberfläche des stillen Wassers senkrecht stehende Linie bildet.

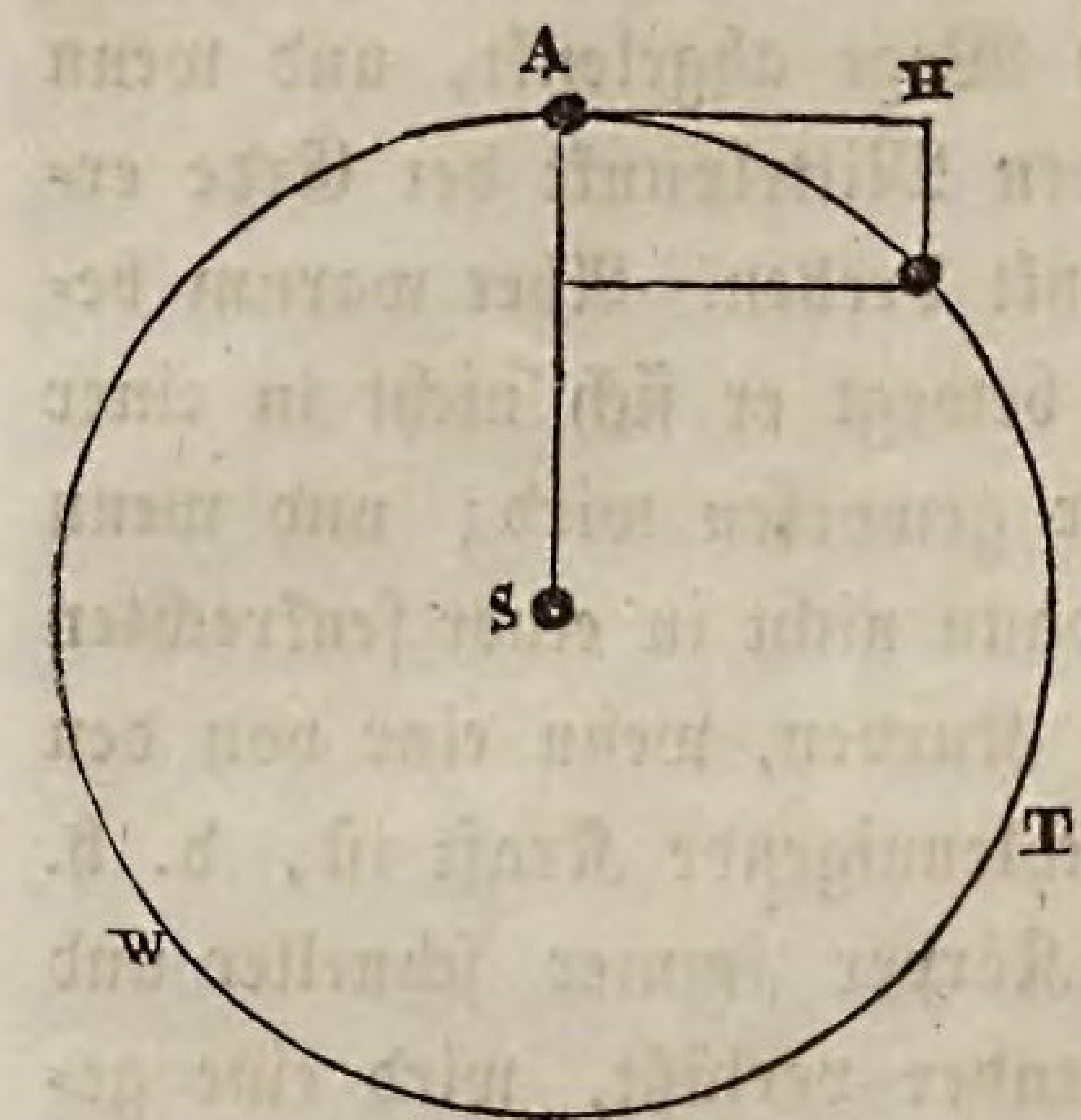
Krummlinigte Bewegung.

Wird ein Körper schief in die Luft geworfen, so wird diese Neigung bedeutend modificirt; denn obschon er wieder zu der Erde herabkommen wird, so wird er doch von seinem senkrechten Wege abgelenkt, und wenn kein Hinderniß da wäre, so würde er nicht den Mittelpunkt der Erde erreichen, sondern sich fortwährend um diesen Punkt drehen. Aber warum bewegt sich der Stein in einer Kurve? warum bewegt er sich nicht in einer geraden Linie nach dem Punkte, nach dem er geworfen wird; und wenn diese Wurfkraft erschöpft ist, warum fällt er dann nicht in einer senkrechten Linie nach der Erde? Körper bewegen sich in Kurven, wenn eine von den Kräften, welche auf sie einwirken, eine beschleunigende Kraft ist, d. h. wenn sie bei fortdauernder Thätigkeit den Körper immer schneller und schneller treibt. Dem Steine, der eine Schleuder verläßt, wird eine gewisse Wurfkraft mitgetheilt, und er bewegt sich mit einer Schnelligkeit, die mit dieser Kraft im Verhältniß steht, so lang, bis dieselbe aufgezehrt ist, und beginnt dann zu fallen. Allein die Schwere ist eine Kraft, welche beständig auf einen Körper einwirkt, nicht nur von dem Augenblick an, wo er zu fallen beginnt, sondern in jedem Augenblick während seines Herabkommens; so daß wir, wenn wir die zum Herabbringen eines Körpers von irgend einer Höhe auf die Oberfläche der Erde erforderliche Zeit berechnen wollen, wir seine beständig steigende Schnelligkeit in Betracht ziehen müssen. Die Schwerkraft ist also eine beschleunigende Kraft, und wenn sie auf Körper wirkt, welche sich im Verhältniß zu ihrer Richtungslinie schief bewegen, so wird eine krummlinigte Bewegung zum Vorschein kommen.

Newton wählte einst die Schleuder, um seine Lehre von der krummlinigten Bewegung der Planeten daran zu erläutern. Wenn wir nun dieses Instrument betrachten, so sehen wir, daß ein in den Beutel der Schleuder gebrachter Stein beständig daraus loszukommen strebt, aber so lang zurückgehalten wird, als man die Schnur in der Hand hat. Die Schnur mag uns die Anziehung eines Centralkörpers, oder, wie man sich technisch ausdrückt, die Centripetal- oder Mittelpunkt-suchende Kraft versinnlichen. Der Stein ist der drehende Körper, und die Anstrengung, die er macht, um die Schleuder zu verlassen, heißt die Centrifugal- oder Mittelpunkt-fliehende Kraft. Es ist jedoch klar, daß eine andere Macht in Anwendung kommen muß, ehe diese Kräfte zur Thätigkeit gelangen können,

denn die Schnur kann an die Schleuder befestigt werden, ohne daß dadurch eine Bewegung hervorgebracht wird. Es muß daher irgend ein Antrieb beigezogen werden, ehe der Körper seine Drehung beginnen kann, und dieß geschieht durch jene plötzliche Anstrengung der Hand, welche man die Wurfkraft nennt.

Diese über die Schleuder gemachten Bemerkungen lassen sich leicht auf die Bewegung der Himmelskörper anwenden, welche ganz von der fortdauernden Thätigkeit einer Centripetal- und Centrifugalkraft abhängig ist.



Der Körper A, der die Erde vorstellt, soll in der Linie A H in den Raum geworfen werden. Wenn keine andere Kraft auf ihn einwirkt, so wird er sich immer in dieser Linie fortbewegen. Wenn aber S, welches die Sonne vorstellt, ihn in demselben Augenblick, wo ihm die Wurfkraft mitgetheilt wird, mit einer angemessenen Kraft anzuziehen beginnt, so wird er sich in einer krummen Linie etwa wie A T W drehen, anstatt in der Linie A H fortzufliegen. Nun wird die Kurve, welche der Planet bei seiner Bewegung beschreibt, im Verhältniß mit der Macht der Wurfkraft stehen, und dieß eben gibt uns ein Zeugniß von der in den Formen und Einrichtungen der Bahnen dieser Körper vorherrschenden Absichtlichkeit. Wenn die Centripetal- oder die Centrifugalkraft zu wirken aufhören würde, so müßte sich die Verbindung zwischen den Gliedern des Sonnensystems augenblicklich lösen. Im einen Fall würden sie weit in den Raum hinausgeschleudert, und im andern müßten sie gegen den Sonnenkörper herdringen, den sie je nach ihren Abständen in längerer oder kürzerer Zeit erreichen würden. Die folgende Tabelle wird die Zeiten zeigen, binnen welcher die Planeten nach der Sonne fallen müßten, wenn die durch ihre Umdrehung erzeugte Centrifugalkraft vernichtet würde.

In die Sonne würden fallen:

Merkur	in	15	Tagen	13	Stunden.
Venus	„	39	„	17	„
Die Erde	„	64	„	10	„
Mars	„	121	„	—	„
Jupiter	„	290	„	—	„
Saturn	„	798	„	—	„
Uranus	„	5406	„	—	„
Der Mond würde nach der Erde fallen	„	4	„	21	„

Die relativen Größen und Entfernungen der Planeten.

Wir haben nun festgestellt, daß die Erde ein abgeplattetes Sphäroid sey, welches eine Drehung um seine Achse und eine andere um die Sonne, als den Mittelpunkt des Systems, zu dem es gehört, habe. Wir haben ferner den Ursprung jener wunderbaren Combination von Welten, welche Systeme bilden, dargelegt und die Thätigkeit der Kräfte auseinander gesetzt, wodurch ihre Bewegungen hervorgebracht werden und ihre Stabilität gesichert ist. Um nun eine Idee von der relativen Größe und Entfernung der Planeten zu geben, können wir nichts Besseres thun, als wenn wir eine Stelle aus Sir John Herschel's meisterhaftem Lehrbuch der Astronomie citiren. „Wählt euch ein gut geebnetes Feld oder einen grünen Rasen, und stellt eine Kugel von 2 Fuß Durchmesser darauf; diese wird die Sonne vorstellen. Merkur läßt sich durch ein Senfkorn versinnlichen, das im Umfang eines Kreises von 164 Fuß Durchmesser liegt; Venus ist eine Erbse in einem Kreisumfang von 284 Fuß Durchmesser; die Erde ebenfalls eine Erbse in einem Kreisumfang von 430′; Mars ein ziemlich starker Nadelkopf in einem Kreisumfang von 654′; Juno, Ceres, Vesta und Pallas sind Sandkörner in Bahnen von 1000 bis 1200′; Jupiter ist eine mäßige Orange in einem Kreise von beinahe einer halben Meile im Durchmesser; Saturn eine kleine Orange in einem Kreis von etwa 4100 Fuß, und Uranus eine ausgewachsene Nuß oder kleine Pflaume im Umfang eines Kreises von etwa 7800 Fuß im Durchmesser. Daß man einen richtigen Begriff von dieser Sache bekommen könne, wenn man Kreise auf Papier zeichnet, oder was noch ärger ist, jene kindischen Spielzeuge, die sogenannten Orrerien, dazu nimmt, davon kann gar nicht die Rede seyn. Um die Bewegungen der Planeten in den oben erwähnten Bahnen nachzuahmen, muß Merkur seinen Kreis in 41 Sekunden durchlaufen, Venus in 4 Minuten und 14 Sekunden, die Erde in 7 Minuten, Mars in 4 Minuten 48 Sekunden, Jupiter in 2 Stunden 56 Minuten, Saturn in 3 Stunden 13 Minuten, und Uranus in 2 Stunden 16 Minuten.“

Wie klein erscheint die Welt, die wir bewohnen, im Vergleich mit dem System, zu dem sie gehört! Wie noch weit kleiner aber, wenn wir sie der Unermeßlichkeit des Universums entgegenstellen! Welch' ein erhabenes Bild gewährt uns der Anblick des leuchtenden Firmamentes mit seinen Millionen vor uns entschleierter Welten — Welten, die, so viel wir wissen, eben so dicht bevölkert seyn können, als unsere eigene! Alle diese befinden sich zwar in einer zu großen Entfernung von uns, als daß sie gemessen werden könnten, allein dennoch besitzen sie ein selbständiges Licht, das stark genug ist, um einen schimmernden Strahl auf die Erde zu werfen.

Die Astronomen bezeichnen sie uns als Sonnen und aller Wahrscheinlichkeit nach als die Mittelpunkte von eben so großen und wichtigen Systemen, als dasjenige, von dem die Erde ein Glied ist. Keine Erscheinung des materiellen Lebens kann vielleicht unsern Begriff von der Weisheit und Macht des höchsten Geistes so hoch erheben, als ein Anblick der Himmelskugel, wie sie sich dem Auge mit Hülfe der Kunst darbietet; und die Ehrfurcht, welche dadurch hervorgerufen wird, kann nur durch eine umfassende Schätzung der gewaltigen Macht, welche alle diese Systeme erhält, und der Sorgfalt gesteigert werden, welche sich in den Vorkehrungen kund gibt, die zur animalischen Existenz und zur endlosen Beglückung der Menschen getroffen wurden.

Wie unbedeutend und gering die Erde aber auch im Vergleich mit dem System des Universums erscheine, so wird doch der Versuch, die vielen seltsamen Phänomene zu erklären, welche ihr eigenthümlich sind, höchst interessant seyn. Die Dinge sind nur groß oder klein, wenn wir sie mit andern vergleichen, denn alle unsere Begriffe sind relativ. Wir müssen nothwendig etwas von dem Systeme wissen, zu welchem die Erde gehört, so wie etwas von dem Universum, von welchem jenes ein Glied bildet. Die Betrachtung dieser Systeme, ihrer Größe und Erhabenheit wird uns ebenso ergreifen, als ein Vergleich der Erde mit ihnen uns durch die Idee ihrer Kleinheit erschüttern wird. Allein das Gemüth, auf welches die Erhabenheit der himmlischen Erscheinungen einen Eindruck macht, wird auch die Großartigkeit einer Gebirgsscene oder eines Oceans im Sturme empfinden; der Vulkan wird ihm nicht weniger schrecklich, der Blitz nicht weniger grandios erscheinen. Unsere Forschungen über die Beziehung der Erde zu dem Universum werden daher, wie wir hoffen, die Sehnsucht: von der Kugel, auf der wir wohnen, und den Erscheinungen, die uns umgeben, etwas mehr zu erfahren, — eher noch weiter anregen als unterdrücken.

Tag und Nacht.

Es ist oben erwiesen, daß die Erde, anstatt, wie man glauben könnte, den Mittelpunkt des Universums zu bilden, nur ein höchst unbedeutendes Glied eines kleinen Systems ist. Sie ist in der That ein kleiner Planet, der eine Umlaufsbewegung um seine eigene Achse, sowie um die Sonne, die Quelle seines Lichts und seiner Wärme, besitzt. Aus diesen Thatsachen folgt, daß zu jeder Zeit die eine Hälfte der Erdoberfläche von den Sonnenstrahlen erleuchtet seyn muß, während sich die andere in einem Zustand völliger oder theilweiser Dunkelheit befindet. Wenn die Sonne sich über dem Horizont eines Ortes befindet, so wird dieser durch das Licht erhellt, welches durch ihre Gegenwart in Thätigkeit kommt. Die einfache Anwesenheit der

Sonne über dem Horizonte würde jedoch nicht genügen, um den erfreulichen Einfluß ihrer Strahlen über die denselben ausgesetzte Halbkugel zu verbreiten. Wäre keine Atmosphäre vorhanden oder würde die Atmosphäre, welche unsern Planeten umhüllt, nicht die Kraft besitzen, die Sonnenstrahlen widerzustrahlen und zu vertheilen, so würde jeder auch in der kleinsten Entfernung von den directen Sonnenstrahlen befindliche Gegenstand mit mitternächtlichem Dunkel bedeckt seyn. Allein die zerstreuende Kraft der Atmosphäre wirft das Licht nach allen Richtungen hin, und so wird die ganze Eine Halbkugel immer beleuchtet. Die Ursache der Ungleichheit in der Länge von Tag und Nacht wird klar werden, wenn wir von den Jahreszeiten sprechen, welche, obschon sie wesentlich von den Beziehungen der Erde zum Himmel abhängen, doch passender da abgehandelt werden dürften, wo wir die aus der Vertheilung der Wärme entspringenden Erscheinungen erörtern.

Zweites Kapitel.

Erscheinungen am Himmel.

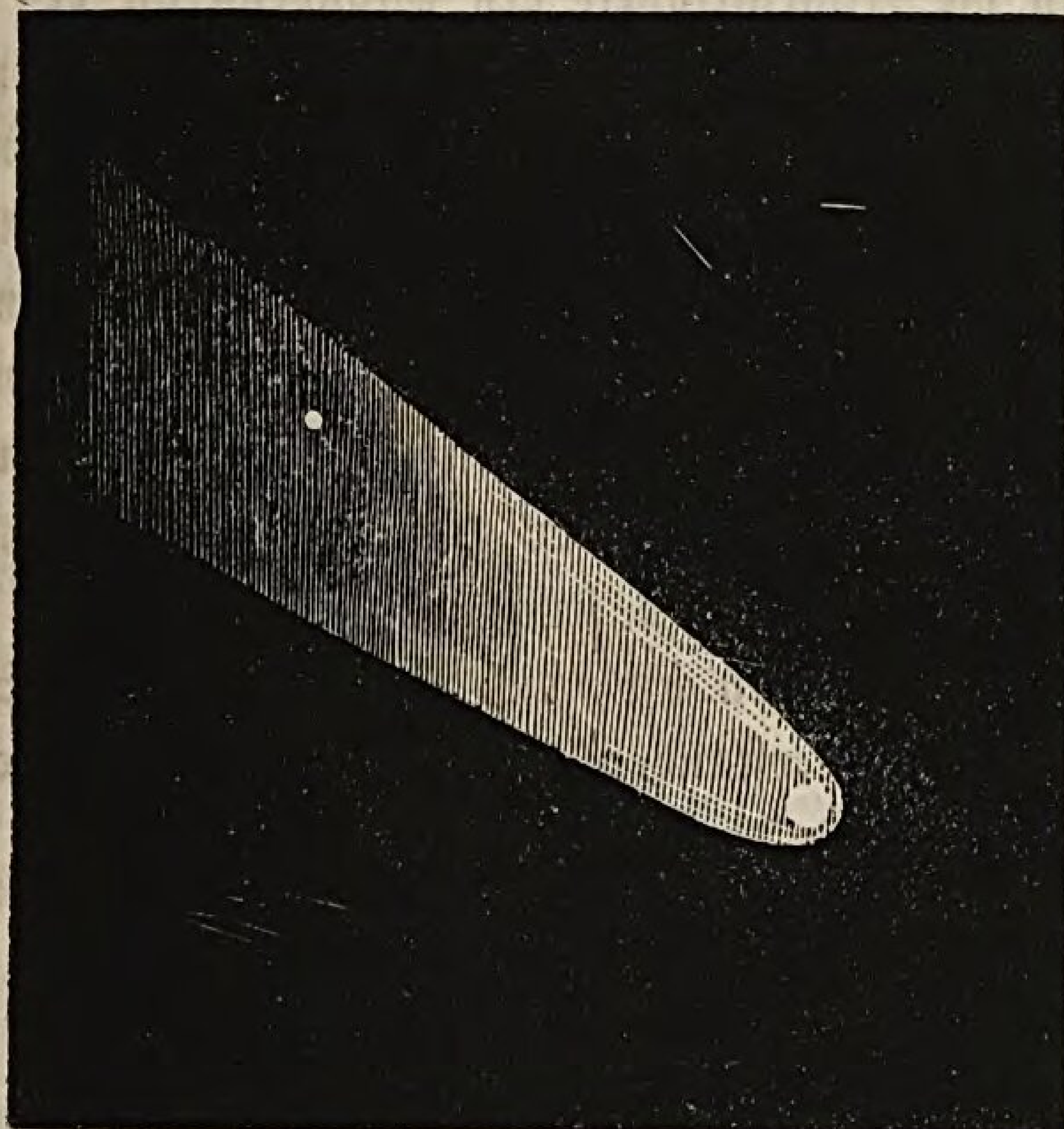
Kometen. — Einfluß der Gestirne. — Halley's Komet. — Natürliche Beschaffenheit und Bahnen der Kometen. — Nebelflecken und Nebelsterne. — Herschel's Ansichten. — Mondsphasen. — Finsternisse.

Die Astronomie hat den Fortschritt der Civilisation sehr befördert und durch Erklärung der himmlischen Erscheinungen der Gesellschaft verhältnißmäßig große Wohlthaten erzeigt. Ohne die Belehrung, die sie gibt, würden die Menschen noch jetzt viele täglich vorkommenden Erscheinungen mit Schrecken betrachten. Daß die vergangenen Jahrhunderte nichts durch himmlische Erscheinungen erlitten, würde nicht in allen Fällen hinreichend seyn, um unsere Befürchtungen zu beruhigen, sondern bei unserer Unkenntniß von den geheimnißvollen Bewegungen, die wir wahrnehmen, würde jede neue Ursache des Schreckens jene von Neuem hervorrufen, während die Ungebildeten und Abergläubischen beständig einem Trug von Seiten der Schlauköpfe ausgesetzt wären.

Mit dem Ausdruck: Erscheinungen am Himmel, wollen wir keineswegs alle diejenigen Phänomene umfassen, die wir am Himmel wahrnehmen, sondern nur diejenigen, welche mit den Zuständen und Bewegungen der Himmelskörper in Verbindung stehen. Es gibt manche Erscheinungen, welche ihren Ursprung in der Region der Wolken haben, wie der Blitz und das Nordlicht; über diese werden wir uns im vorliegenden Kapitel nicht verbreiten, sondern eine Erklärung derselben erst dann geben, wenn wir die Ursachen betrachten, denen sie ihre Entstehung verdanken. Die auffallendsten Erscheinungen am Himmel und diejenigen, welche wir hier abhandeln werden, sind die Kometen, die Nebelflecken und Nebelsterne, die Sonnen- und Mondsfinsternisse und die Mondsveränderungen (Mondsphasen).

Die Kometen.

Die Kometen wurden lange mit einer abergläubischen Furcht für die Vorläufer irgend eines Uebels angesehen. Von allgemein angenommenen Grundsätzen ausgehend, waren die Menschen gewohnt, in ihnen nicht nur die warnenden Vorboten, sondern auch die Ursachen politischer Umwälzungen zu sehen. Man stellte damals alle menschlichen Angelegenheiten unter die Controle himmlischer Einflüsse; es ist daher nicht zu verwundern, daß man den Kometen einen ungewöhnlichen Grad von furchtbarem Einfluß beilegte. Wir haben zahlreiche historische Zeugnisse, welche darthun, daß die Kunst der Astrologie unter den ältesten Nationen gepflegt und ihre Autorität auch von den kommenden Generationen anerkannt wurde. Sie ward nicht nur in den Tempeln und Orakelsprüchen der Griechen und Römer geübt, sondern auch in Assyrien, Babylonien, Aegypten und Hindostan. In allen diesen Ländern wurde sie gehegt, und galt für die edelste aller Wissenschaften. Dieß sicherte den Priestern eine so umfassende und knechtende Gewalt über den Geist des Volkes, dieß führte zu der Einrichtung blutiger, abergläubischer Gebräuche, und wurde der Ursprung des Götzendienstes selbst.



Der Komet von 1819.

Es ist vielleicht nicht so sehr zu verwundern, daß die ersten Völker, welche bekanntermaßen den himmlischen Erscheinungen und besonders den relativen Bewegungen der Weltkörper eine große Aufmerksamkeit schenkten, sich derselben bei ihren Wahrsagungen bedienten. Der Einfluß, den die scheinbare Bewegung der Sonne auf die Jahreszeiten ausübte, und das Erscheinen gewisser Sterne als Vorläufer bestimmter Zeitperioden mag sie darauf geführt haben, ein besonderes Interesse an astronomischen Erscheinungen zu nehmen, und mag auch der Grund gewesen seyn, warum sie dieselben zu Sinnbildern wählten. Welches aber auch der Einfluß gewesen seyn mag, den derlei Gedanken noch nach Jahrhunderten auf den Geist der Naturforscher ausübten, so ist doch nicht zu bezweifeln, daß der

allgemeine Glaube an Astrologie oder an den Einfluß der Sterne auf den moralischen Charakter, die intellectuellen Fähigkeiten und die individuellen Schicksale der Menschen eben die Forschungen hervorriefen, welche jetzt die Astronomie zur vollkommensten aller Wissenschaften machen. Die Cylinder, die man in den Ruinen von Babylon, Ninive und andern Städten des Alterthums fand, mögen die Allgemeinheit des Glaubens an den Einfluß der Gestirne beweisen; denn man hält sie allgemein für horoskopische Sinnbilder, die als Petschaft gebraucht wurden, und sich von den heutzutage im Gebrauch befindlichen Siegeln nur dadurch unterschieden, daß sie eine cylindrische Form hatten, und statt der durch die Wappenkunst geregelten Zeichen die eingravirte sinnbildliche Darstellung des Geburtsplaneten enthielten. In den Werken der meisten alten Dichter finden wir häufige Anspielungen auf die Darstellung der Himmelskörper, und sie scheinen fast die einzigen Zeichen gewesen zu seyn, welche die Krieger auf Harnisch und Schild trugen. Wir lesen oft, daß ein flammender Stern, worunter wahrscheinlich ein Komet verstanden ist, dazu verwendet worden sey. Achilles trug auf seinem Schild den Vollmond, Orion und die Plejaden; und der Schild des Tydeus war bezeichnet

> Mit diesem stolzen Zeichen: einem Himmel,
> Schwarz und von Sternen brennend, in der Mitte
> Des Vollmonds silbern Antlitz.

Wir müssen hier auch bemerken, daß die Bezeichnung der Krieger und Gesetzgeber als Söhne der Götter nicht in ihrem wörtlichen Sinne genommen ward, als ob ihre Abstammung wirklich von diesen abgeleitet werden könnte, sondern sie ist ein weiterer Beweis von dem unter Griechen und Römern allgemein verbreiteten Glauben an Astrologie, und will nichts anderes sagen, als daß sie unter dem Einfluß eines gewissen Sternes geboren seyen, denn den Sternen legte man ja die Attribute der Göttlichkeit bei. Lukan spricht sich hierüber sehr klar aus, wo er sagt: „Wer wird so thöricht seyn, zu glauben, daß Aeneas der Sohn der Venus, Minos der des Jupiter, Ascalaphus der des Mars und Autolychus der des Merkur gewesen sey? Sie Alle waren von den Göttern geliebt, aber Venus leuchtete dem Einen, Jupiter dem Andern und Mars dem Dritten bei seiner Geburt; denn wer immer in der Stunde der Geburt am Himmel regierte, der adoptirte, die Kinder, und bildete sie an Körper und Geist seinem Wesen ähnlich. So wurde Minos unter Jupiter ein König, Aeneas wurde schön, weil er unter Venus geboren war, und Autolychus ein Dieb von seinem Vater Merkur her."

Auch ohne unsere Bemerkungen über den allgemeinen Glauben an den Einfluß der Gestirne, der im Alterthum und Mittelalter herrschte, weiter

ausspinnen zu wollen, wird es einleuchten, daß dieser Glaube eine höchst schädliche Wirkung auf ein unwissendes Volk haben mußte, da er sich den indolenten Gewohnheiten der Menschen so sehr anschmiegte, und den Wahn begünstigte, als ob alle Umstände des Lebens, unabhängig von den Anstrengungen, die der Mensch etwa machen möchte, zum Voraus bestimmt seyen.

Bei einem solchen Glauben mußte der Geist von jeder himmlischen Erscheinung zum Voraus ein bestimmtes persönliches Resultat erwarten, und Kometen und Finsternisse wurden mit einer Furcht betrachtet, welche die Unbekanntschaft mit der Natur der einen und der Ursachen der andern noch vermehrte.

Die physikalische Beschaffenheit der Kometen ist heutzutage nicht viel besser bekannt, als in früheren Zeiten, obwohl die Alten verschiedene Ansichten über ihren Charakter gehabt zu haben scheinen. Die Peripatetiker beschrieben sie als Meteore, während Aristoteles, Plutarch und Andere sie den planetarischen Körpern anreihten. „Ich kann nicht glauben," sagt Seneca, „daß ein Komet eine plötzlich entzündete Flamme sey, sondern er muß den ewigen Werken der Natur beigesellt seyn. Ein Komet hat seinen eigenen Platz und entfernt sich nicht leicht von demselben; er geht seinen Weg und erlischt nicht, sondern verschwindet nur unsern Augen. Aber, werdet ihr sagen, wenn er ein Wanderstern wäre, so würde er sich ja im Thierkreis halten? Wer kann aber allen Sternen eine Grenze setzen? Wer kann die Werke der Gottheit auf einen so engen Raum beschränken? Die Körper, welche ihr für die einzigen haltet, die sich bewegen, haben alle sehr verschiedene Kurven; warum soll es also nicht auch solche geben, die eine so eigenthümliche Bewegung haben, daß sie sich weit von den übrigen entfernen müssen?"

Newton entdeckte, daß die Kometen Körper sind, welche sich in bestimmten Bahnen um die Sonne bewegen. Sobald dieser Naturforscher die Gesetze der allgemeinen Gravitation entdeckt hatte, wendete er sie dazu an, die Bewegung der Kometen zu bestimmen; denn da er nachgewiesen hatte, daß nach den Bedingungen jener Kraft ein Körper jeden beliebigen Kegelschnitt um die Sonne beschreiben könne, so hielt er es für möglich, daß auch Kometen in ihren scheinbar unregelmäßigen Bewegungen durch Gravitation regiert werden dürften. Der Komet von 1680, der sich der Sonne bis auf $^1/_6$ ihres Durchmessers näherte, setzte ihn in den Stand, die Wahrheit seiner Vermuthung darzuthun; und er bewies, daß sich derselbe in einer elliptischen Bahn bewege, die eine so große Excentricität habe, daß sie sich von einer Parabel nicht unterscheiden lasse, und die Sonne in einem ihrer Brennpunkte habe. Er bewies ferner, daß, wie bei den Pla-

neten, die von ihnen um die Sonne beschriebenen Kreise mit den Umlaufszeiten im Verhältniß standen, ein Gesetz, welches der berühmte Kepler entdeckte. Aus dieser Berechnung ging klar hervor, daß die Kometen durch dieselben Gesetze, wie die planetarischen Kö rper, regiert werden, und daß die Bahnen der Erstern sich von denen der Letztern nur durch die große Länge ihrer elliptischen Bahnen unterscheiden.

Halley wendete seiner Zeit den von Newton entdeckten Grundsatz an, und fand, indem er die Elemente des Kometen, der im Jahr 1682 erschien, aus seiner Sonnennähe berechnete, daß es derselbe war, welcher in den Jahren 1531 und 1607 gesehen worden war. Er sagte dann voraus, daß derselbe im Jahr 1759 wieder sichtbar werden würde. Darnach berechnete Clairaut, ein französischer Astronom, den Einfluß, den die Planeten auf denselben ausüben würden, und stellte den Satz auf: daß, wenn er seine bisherige Umlaufszeit einhalte, um 618 Tage verzögert werden und seine Sonnennähe in der Mitte April 1759 erreichen würde. Allein er erreichte seine Sonnennähe schon am 12. März, eine Zeit, die genau genug war, um die Sicherheit des Grundsatzes zu erweisen. Dieser Komet, welcher nach dem berühmten Astronomen Halley, der seine Elemente zuerst berechnet hatte, benannt wurde, ward im Jahr 1835 wieder sichtbar. Er wurde am 3. August erwartet, und von den Astronomen am Observatorium des Collegio Romano am 5. dieses Monats entdeckt. In Folge des umwölkten Himmels und der großen Mondhelle wurde er aber erst am 21. August an einem andern Orte in Europa und zwar in Berlin beobachtet, und am 23. entdeckten ihn die englischen Astronomen. Sein Gang war schon vorher von mehreren ausgezeichneten Mathematikern, besonders von Lubbock, Damoiseau und Pontecoulant berechnet worden, welche sämmtlich eine der Kurve, in der er sich bewegte, sehr nahe kommende Schätzung von seinem Laufe gaben.

Die Natur der Kometen und die Zwecke, die sie in dem System, zu dem sie gehören, erfüllen, sind fast gänzlich unbekannt. Es ist noch keine annehmbare Erklärung in Betreff des Charakters des ihnen häufig anhängenden Streifens von Lichtstoff, der sehr unpassend der Schweif genannt wird, weil er häufig dem Körper selbst vorangeht, gegeben worden. Der Schweif ist bisweilen von sehr beträchtlicher Länge. Aristoteles behauptet, der Schweif des Kometen, der 371 vor Christi Geburt erschienen war, habe ein Dritttheil der Hemisphäre oder 60 Grad eingenommen. Der von 1580 soll einen Raum von mehr als 70 Grad und der von 1618 104 Grad bedeckt haben. Aber der Schweif ist kein nothwendiges Anhängsel eines Kometen, denn einige haben gar keinen gehabt (wie die von 1585 und 1763), während andere deren

mehrere hatten. Der von 1744 hatte nicht weniger als 6, welche sich in der Gestalt eines Fächers ausbreiteten und einen Raum von beinahe 30 Grad einnahmen. In den Köpfen einiger Kometen wurde ein sehr kleiner dichter Fleck beobachtet; doch waren die Fixsterne durch die dichtesten Theile Vieler sichtbar, und aus dem Umstand, daß keiner von ihnen Veränderungen zeigte, obwohl sie ohne Zweifel durch ein reflectirtes Licht scheinen, nahm man ab, daß sie nicht als feste Körper betrachtet werden dürften, sondern aller Wahrscheinlichkeit nach sich in einem sehr leichten Dunstzustande befänden.

Man erinnert sich der Erscheinung von mehreren 100 Kometen. Doch dürfen wir bei einer Schätzung ihrer wahrscheinlichen Anzahl nicht vergessen, daß vor der Entdeckung des Teleskops nur die größten derselben beobachtet werden konnten, und daß viele noch jetzt deßhalb nicht gesehen werden, weil sie denjenigen Theil des Himmels durchwandern, der bei Tag über dem Horizonte liegt, obgleich es bisweilen geschah, daß sie hell genug waren, um trotz der Sonnenstrahlen gesehen zu werden, wie derjenige, welcher dem Tode Cäsar's voranging, und diejenigen, welche in den Jahren 1402 und 1532 beobachtet wurden. Doch vergeht kaum ein Jahr, ohne daß einer oder zwei Kometen erscheinen, und gewöhnlich werden zwei oder drei zu derselben Zeit sichtbar. Nach der Wahrscheinlichkeits-Berechnung eines neueren Astronomen mag es nicht weniger als 1400 Kometen geben, welche in die Erdbahn herein kreisen, und da der Uranus noch zwanzigmal weiter von uns entfernt ist, mag es nicht weniger als eilf Millionen zweimalhunderttausend Kometen geben, die in den bekannten Umfang unseres Systems gehören. Diese Berechnung ist auf den Umstand gegründet, daß im letzten Jahrhundert 140 Kometen innerhalb der Erdbahn erschienen.

Die Berechnungen, welche gemacht wurden, um die Dimensionen der Kometen zu bestimmen, haben dargethan, daß sie bei weitem die größten Körper unseres Systems sind. Die größte Länge dessen, der im Jahr 1753 erschien, betrug 16 Millionen französische Meilen; der von 1811 maß 36 Millionen, während der von 1680 nicht weniger als 41 Millionen französische Meilen im Durchmesser hatte.

Die Bahn eines Kometen ist häufigen Störungen unterworfen, und wird bisweilen durch seine Annäherung an die Planeten gänzlich geändert. Derjenige, welcher im Jahr 1770 erschien, bewegte sich anfangs in einer mäßigen Ellipse und passirte in einer Periode von etwa 5 Jahren die Trabanten des Jupiter. Er wurde jedoch durch diesen Planeten selbst so stark afficirt, daß er aus seinem Weg gedrängt wurde und sich nachher in einer weit größeren Bahn bewegte. Derselben Ursache dürfen wir die

oft vorkommende allmählige Zerstreuung des Schweifes eines Kometen und die Verzögerung desselben in seiner Bahn zuschreiben. Doch kann zu andern Zeiten die letztere Wirkung dem Widerstande beigemessen werden, den er erfährt, wenn er ein dünnes ätherisches Medium auf seinem Wege passirt. Diese Ursache wirkte auf den Encke'schen Kometen, dessen Schnelligkeit und mit ihr natürlich auch die Centrifugalkraft beständig abnahmen, so daß, wenn die Centripetalkraft zu wachsen fortfahren würde, der Komet endlich in den Sonnenkörper fallen müßte, wofern er sich nicht vorher auflöste, — ein Umstand, der keineswegs unwahrscheinlich ist, da seine Größe bei jeder neuen Umlaufsperiode abnimmt.

Nebelflecken und Nebelsterne.

Es gibt Erscheinungen am Himmel, welche man Nebelsterne und Nebelflecken nennt, und über welche wir einige Betrachtungen anstellen werden, obschon sie weniger dem Gegenstande unserer Forschung angehören, da sie eigentlich nur durch Fernröhren sichtbar sind. Diese Nebel erscheinen unter verschiedenen Gestalten; sie stellen sich bald als kugelähnliche Sternklumpen, bald nur als eine unauflösbare lichte Nebelmasse dar. Viele von ihnen sind ohne Zweifel Sterne, aber in einer so ungeheuren Entfernung von uns, daß sie nur durch das zweifelhafte Licht unterschieden werden können, das sie um sich werfen. Andere sollen aus leuchtender Masse bestehen, welche sich entweder am Himmel ausbreitet oder um einen Stern oder einen andern festen Stoff verdichtet. Sir William Herschel hat eine sehr schöne Nebelformation im Orion aufgefunden, als er denselben mit seinem großen Teleskope beobachtete Huygens sagt, wo er von diesem Nebelflecken spricht: seine Erscheinung habe dieselbe Wirkung auf den Beobachter, wie sie etwa der Lüftung eines Vorhangs folgen dürfte, welcher einen Lichtocean verhüllte, dessen Wellen unregelmäßig beleuchtet wären.

Auf die Frage, welche die endliche Bestimmung dieser Nebel sei, können wir nur mit Muthmaßungen antworten. Der ältere Herschel glaubte eine regelmäßige Reihe von Veränderungen von der einfachen Verbreitung der Nebelmaterie bis zur Erzeugung eines Nebelsterns verfolgen zu können, und einige Astronomen sind der Ansicht, daß eine Verdichtung dieser Materie beständig vor sich gehe und somit täglich neue Welten in Bildung begriffen seyen. Dieß ist eine ungeheure Idee, und wenn der Geist sie ganz richtig erfassen könnte, müßte sie uns einen bewältigenden Eindruck von der Kunstfertigkeit des Allmächtigen geben. Es gibt jedoch Männer, welche Gott von seinen Werken ausschließen, und seine Hoheit und Würde auf jenes unerklärbare Ding, welches sie Zufall zu

nennen belieben, übertragen. Laplace's großer Geist war mit diesem unverantwortlichen, unphilosophischen Skepticismus behaftet, und unter dessen Einflusse bediente er sich der von Sir William Herschel gemachten Entdeckungen zur Aufbauung einer Hypothese, durch welche er die Bildung der Planeten und der Sonne selbst aus einem neblichten Lichtstoffe, den er als die Grundursache zu bezeichnen beliebte, erklären wollte. Laplace dachte sich eine Zeit, wo die Sonne während ihrer Drehung um ihre Achse von einer Atmosphäre umgeben war, die in Folge der außerordentlichen Hitze des Lichtkörpers selbst sich so sehr verbreitete, daß sie bis über den Raum hinausging, wo sich jetzt der entfernteste Planet des Sonnensystems bewegt. Aber im Verhältniß wie die Temperatur der Sonne abnahm, oder mit andern Worten, wie die Sonnenatmosphäre sich verdichtete, nahm die Rotation zu; und da die Centrifugalkraft des entferntesten Theils der Atmosphäre die Centripetalkraft, d. h. die Anziehungskraft der Sonne, überwältigte, so wurde ein Ring von Dunstmaterie abgesondert, der in Stücke brach, sich wieder vereinigte und eine unabhängige Masse bildete, die sich um die Quelle des Lichts zu drehen begann. Im Verlauf der weitern Abkühlung wurden neue Zonen von der Masse abgesondert, und so eine Reihe von Dunstplaneten gebildet. Während diese getrennten Dunstmassen sich abkühlten und verdichteten, warfen sie wie die Sonne selbst einen Theil ihrer Materie ab, um Ringe oder Trabanten zu bilden. Durch diese seltsame Hypothese, die auf keinen andern Grund als eine Muthmaßung über die endliche Bestimmung der noch jetzt vorhandenen Nebelmaterie gebaut ist, wollte der französische Mathematiker die Bildung des Sonnensystems erklären. Wir können jedoch nicht begreifen, wie selbst die Annahme einer solchen Theorie seinen Zweck fördern oder beweisen könnte, daß die ursprüngliche Ursache aller materiellen Existenz eine zufällige Zusammensetzung von Atomen gewesen sey. Denn nehmen wir auch seine Hypothese für wahr an, so müssen wir immer noch fragen: woher kamen denn diese Atome und die Eigenschaften, welche sie auszeichnen?

Mondsphasen.

Die Veränderungen des Mondes mögen ebenfalls in der Reihe der himmlischen Erscheinungen, die unserer Aufmerksamkeit würdig sind, einen Platz einnehmen, und noch unmittelbarer als die eben erwähnten unsere Betrachtungen auf sich ziehen, weil sie beständig dem unbewaffneten Auge sichtbar sind. Der Mond hat kein eigenes Licht, wie die Sonne, sondern wird erst durch seine Reflexion der Sonnenstrahlen sichtbar. Wäre die Oberfläche des Mondes glatt und polirt, so würden wir eine ganz andere Erscheinung beobachten, als dieß jetzt der Fall ist, denn dann würde er das Licht nicht nach allen

Richtungen hin reflectiren, sondern zu gewissen Zeiten würden wir in ihm ein äußerst glänzendes Bild der Sonne selbst erblicken. Der Mond ist ein unebener und undurchsichtiger Körper, und wirft wie die Primärplaneten einen Theil der Strahlen zurück, welche auf seine erleuchtete Oberfläche, d. h. auf seine der Sonne zunächst gelegene Hemisphäre fallen.

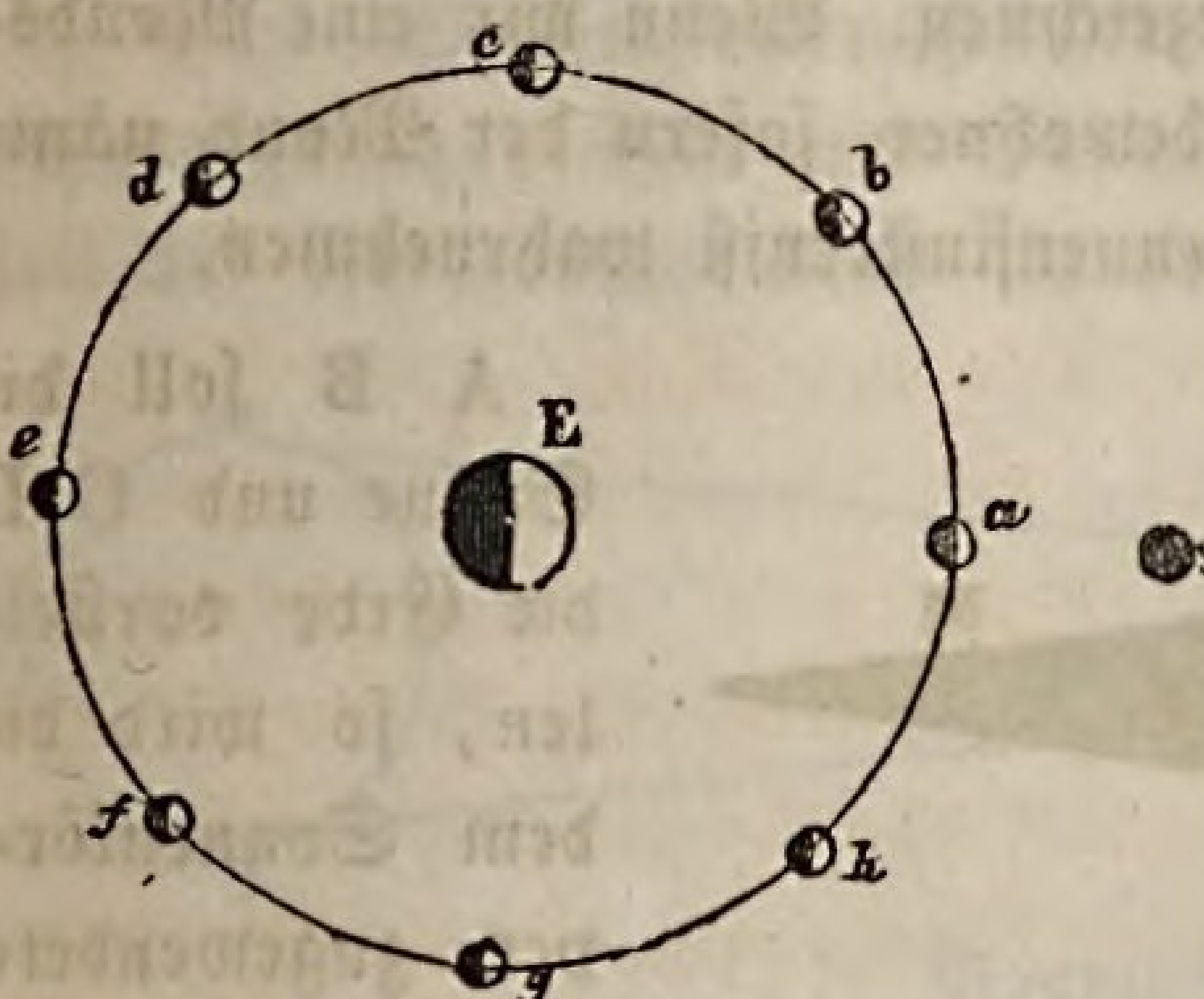
Die Oberfläche des Mondes, als teleskopisches Objekt betrachtet, bietet einen sehr interessanten Anblick dar, indem Gebirge, Thäler und Ebenen darauf abwechseln und aller Wahrscheinlichkeit nach dort dieselben Verschiedenheiten vorkommen, die wir auf der Oberfläche der Erde wahrnehmen. Einige von den Gebirgen bilden fortlaufende erhabene Rücken, andere sind inselartig und kegelförmig, und zeigen genau dieselbe Form, wie die Erdvulkane. Es mag als eine kühne Behauptung erscheinen, wenn wir sagen, daß es Mondvulkane von verschiedenen Stufen der Ausbildung gebe. Allein diejenigen, welche Gelegenheit haben, die Mondscheibe mit einem guten Teleskop einige Monate lang zu beobachten, werden sich leicht von der Wahrheit dieser Behauptung überzeugen.

Die Bewohner der Erde können jedoch nur denjenigen Theil des Mondkörpers übersehen, der der Erde zugekehrt ist, und demzufolge bietet er uns je nach der relativen Stellung der erleuchteten Scheibe verschiedene Erscheinungen. Wir werden leicht einsehen, daß, wenn der Mond zwischen der Erde und der Sonne steht, er uns unsichtbar seyn muß, da er uns seine dunkle Oberfläche bietet; kommt aber die Erde bei ihrer Umdrehung zwischen Sonne und Mond, so wird die erleuchtete Scheibe des letzteren uns sichtbar und man sagt: wir haben Vollmond. Während er sich in seiner Bahn von einem dieser Punkte zum andern bewegt, sieht man Theile der erleuchteten Oberfläche auf der Erde, und dieß ist der Ursprung seiner Phasen oder Veränderungen.

Eine vollständige Umdrehung, d. h. von einem Neumond zum andern, wird ein Lunarmonat genannt. Diese Periode ist jedoch nicht gleichförmig, wie sie seyn würde, wenn die Sonne nicht selbst eine Bewegung hätte; da aber diese eine offenbare, wenn auch langsamere Bewegung in derselben Richtung wie der Mond selbst zeigt, so braucht er auch eine längere Zeit, um wieder in Conjunction *) mit der Sonne zu kommen.

---

*) Conjunction nennt man nämlich diejenige Stellung der Planeten zwischen Sonne und Erde, welche uns erlaubt, eine gerade Linie aus dem Mittelpunkt der Sonne durch den Mittelpunkt eines Planeten hindurch in den der Erde zu ziehen. Es sey z. B. in obiger Figur E die Sonne, a der Planet Merkur und S die Erde, so sagen wir: der Planet Merkur steht in seiner untern Cojunction. Stünde er dagegen in a und böte uns seine hellerleuchtete Scheibe zu, so wäre das seine obere Conjunction. Der Vollmond ist die obere, der Neumond die untere Conjunction des Mondes mit der Erde.



E soll die Erde, a b c d u. s. w. den Mond auf den verschiedenen Punkten seiner Bahn, und S die Sonne, aber nicht in ihrer wahren Entfernung, vorstellen. An welchem Punkt seiner Bahn der Mond nun stehen mag, so hat er immer eine beleuchtete und eine dunkle Hemisphäre. Befindet er sich in der Stellung a, d. h. in Conjunction mit der Sonne, so ist seine dunkle Seite der Erde zugekehrt; kommt er nach g, so zeigt er die halbe erhellte Hemisphäre, und dasselbe geschieht, wenn er in c ankommt. Rückt er aber bis e vor, so bietet er die ganze helle Oberfläche der Erde zu und dort ist daher Vollmond. Wenn der Mond sich in b und h befindet, so wird er weniger als die Hälfte seiner Oberfläche darbieten, — wenn in d und f, mehr als diese.

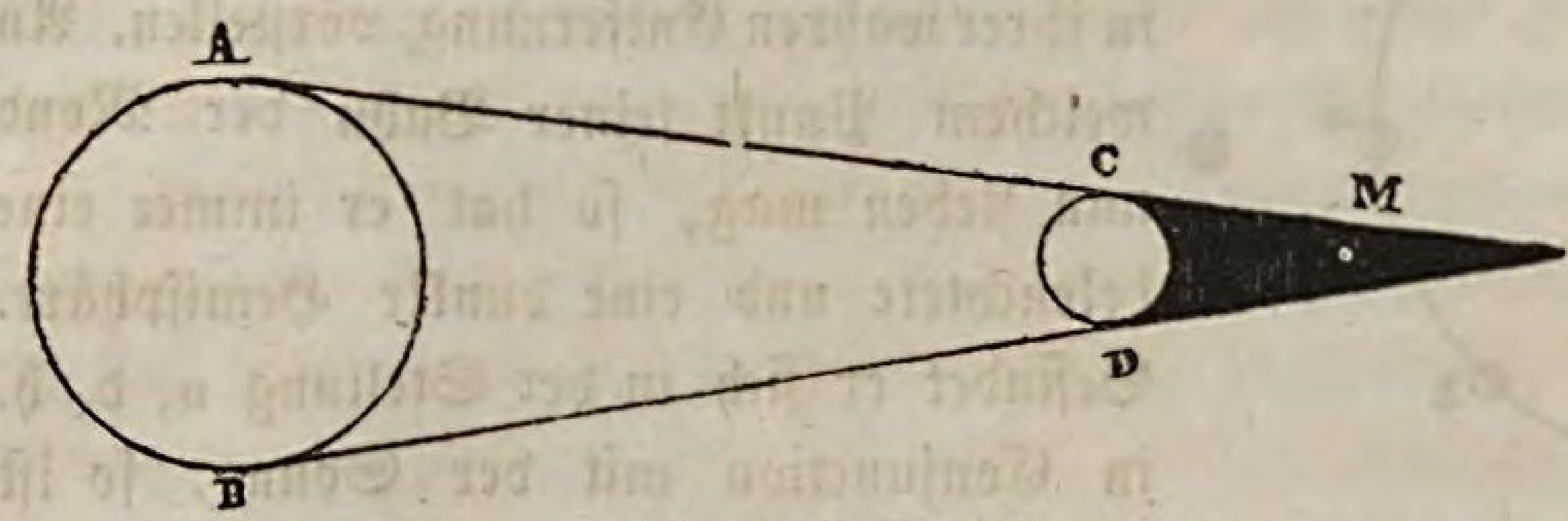
Die Mondbahn ist, wie die der Planeten, eine Ellipse, aber bedeutend excentrischer, und die Ebene derselben fällt nicht mit der der Ekliptik zusammen, sondern neigt sich gegen sie in einem Winkel von 5° 8′ 48″, was man die Neigung der Mondbahn nennt; die zwei Punkte, wo die Mondsbahn die Ekliptik durchschneidet, werden die Mondsknoten genannt. Derjenige, wo der Mond von der südlichen Seite der Ekliptik nach der nördlichen übergeht, heißt der aufsteigende Knoten, der andere der absteigende. Dieses Faktum wird uns zur Erklärung der Umstände führen, unter denen Sonnen- und Mondsfinsternisse vorkommen.

Finsternisse oder Eklipsen.

Eine Finsterniß ist die Unterbrechung des Leuchtens eines Lichtkörpers, hervorgebracht durch den Dazwischentritt eines dunklen Körpers. In Beziehung auf ihre Gegenstände ist dieselbe entweder eine Sonnen- oder eine Mondsfinsterniß. In Beziehung auf die Umstände kann sie eine totale, eine theilweise oder annulare (ringförmige) seyn. Die letzte Bezeichnung wird einer solchen beigelegt, bei welcher der ganze Körper mit Ausnahme eines dünnen Streifens am Rande verdunkelt ist; oder mit andern Worten: wenn eine ringförmige Finsterniß eintritt, so zeigt sich eine Lichtborte rund um den beschatteten Körper her. Eine solche ringförmige Sonnenfinsterniß erleben wir wieder am 9. Oktober 1847. Die letzte, welche für das mittlere Europa sichtbar war, fand am 15. Mai 1836 statt.

Eine Mondsfinsterniß wird hervorgebracht, wenn der Erdkörper direkt zwischen Mond und Sonne tritt und so die Strahlen der letztern auffängt; oder wir können sie auch als die Folge von dem Durchgang des

Mondes durch den Schatten der Erde bezeichnen. Wenn wir eine Mondsfinsterniß beobachten, so müssen die Mondbewohner, sofern der Mond nämlich welche hat, zu derselben Zeit eine Sonnenfinsterniß wahrnehmen.

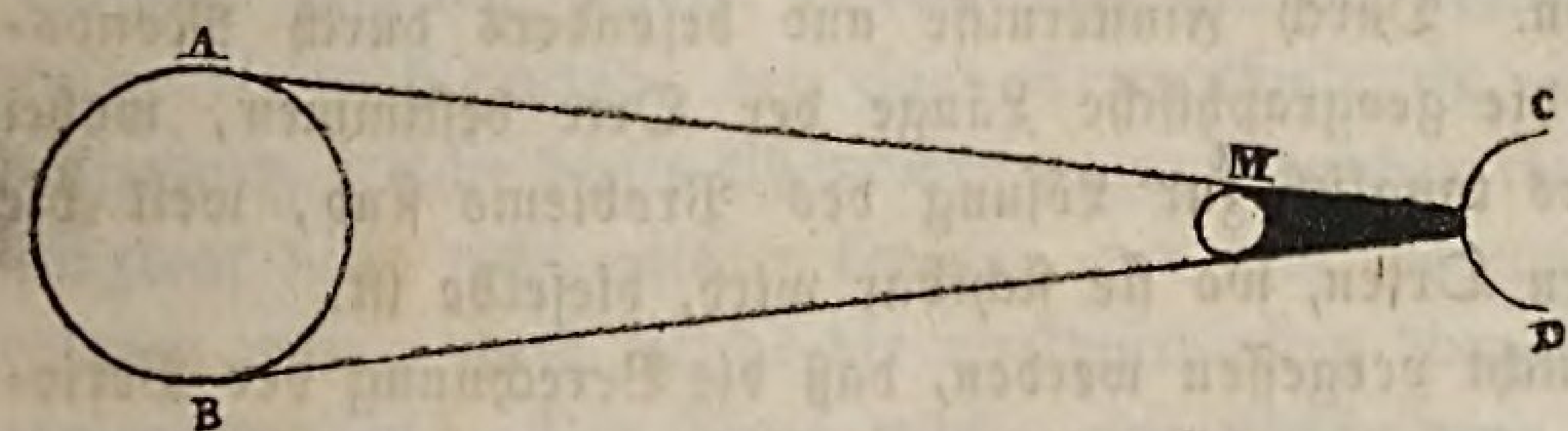


Mondsfinsterniß.

A B soll die Sonne und C D die Erde vorstellen, so wird die dem Sonnenkörper zugewendete Hemisphäre durch denselben erleuchtet werden und die andere dunkel seyn, so daß, wenn wir die Linien A C und B D verlängern, bis sie sich durchschneiden, dadurch der Raum begrenzt wird, über welchen sich der Schatten der Erde erstreckt. Jeder Körper, der, wie der Mond, M, dort hinein geriethe, könnte so lange keinen Theil von der Sonnenscheibe erblicken. Dieser Schatten heißt der Erdschatten. Jenseits desselben liegt ein Raum, von wo aus der Beschauer nur einen Theil der Sonnenscheibe sehen würde, da der andere Theil durch den Erdkörper verdeckt würde, und dieser Raum heißt der Halbschatten.

Bei einer Mondsfinsterniß sieht man den Mondkörper in den Halbschatten treten, denn er wird, indem ein Theil nach dem andern verschwindet, immer weniger und weniger deutlich gesehen, bis er endlich in den wirklichen Schatten der Erde tritt. Hat er diesen Schatten durchlaufen, so kommt er allmählig wieder zum Vorschein. Anfangs erscheint er wie von einem Nebel umgeben, bis er die Grenzen des Halbschattens hinter sich hat und wieder den alten Glanz gewinnt. Der Kegel, den der Erdschatten bildet, reicht über die Mondsbahn hinaus, so daß der Mond, wenn er sich zur Zeit, wo er mit der Erde und Sonne in Conjunction tritt, in seinem Knoten befindet, den Schatten der Erde durchlaufen muß, und dann eine totale Finsterniß erleidet. Die Finsterniß kann aber ebenfalls total seyn, wenn der Mond sich nur in einer kurzen Entfernung von seinem Knoten befindet, oder um die Sache bestimmter auszudrücken, wenn die Mondsbreite gleich dem scheinbaren Halbmesser des Erdschattens weniger dem Halbmesser der Mondscheibe ist. Alle Mondsfinsternisse sind allgemein, d. h. sie sind an all den Punkten der Erde sichtbar, wo der Mond über dem Horizonte ist, und geben, was Größe und Dauer betrifft, überall dasselbe Bild. Wir müssen auch bemerken, daß die östliche Seite des Mondes zuerst in und zuerst wieder aus dem Schatten tritt. Denn da die Bewegung des Mondes schneller ist, als die des Erdschattens, so nähert er sich demselben und läßt, wenn er ihn passirt hat, den Schatten westwärts liegen.

Eine Sonnenfinsterniß wird durch den Dazwischentritt des Mondkörpers zwischen Erde und Sonne hervorgebracht, und kann daher nur zur Zeit des Neumondes Statt finden.



Sonnenfinsterniß.

A B soll die Sonne, M den Mond und C D die Erde vorstellen. Wenn der Schatten des Mondes sich so weit ausdehnt, daß er einen Theil der Erdoberfläche bedeckt, so wird ein auf diesem Theil sich befindliches Individuum eine Sonnenfinsterniß beobachten. Eine Sonnenfinsterniß unterscheidet sich in manchen Einzelheiten von einer Mondsfinsterniß. Sie zeigt nicht auf allen Theilen der Erde, wo sie gesehen wird, dasselbe Bild, denn an dem einen Orte ist sie total, an dem andern partial und an einem dritten ringförmig. Auch kann eine Sonnenfinsterniß nicht an all den Punkten Statt finden, wo die Sonne sichtbar ist, da der Halbschatten des Mondes unter keinen Umständen eine ganze Erdhalbkugel bedecken kann. Sie wird ferner nicht an allen Orten zu derselben Zeit gesehen und beginnt immer an der westlichen Seite.

Der Zweck dieser Abhandlung verbietet uns, in weitere Einzelheiten in Beziehung auf Finsternisse und besonders in ein Detail praktischer Natur einzugehen. Der Leser wird sich jedoch, wie wir hoffen, nicht mit diesem Umriß begnügen, da er sich leicht selbst mit der Methode bekannt machen kann, wie diese Erscheinungen vorausgesagt werden. Er wird eine größere Befriedigung darin finden, die Zeit zu bestimmen, wann ein Phänomen dieser Art gesehen werden kann, und dadurch mehr Kenntniß erwerben, als ihm die Details zu geben vermöchten, welche dem Charakter und dem Gegenstand dieses Werkes angemessen gehalten werden müssen.

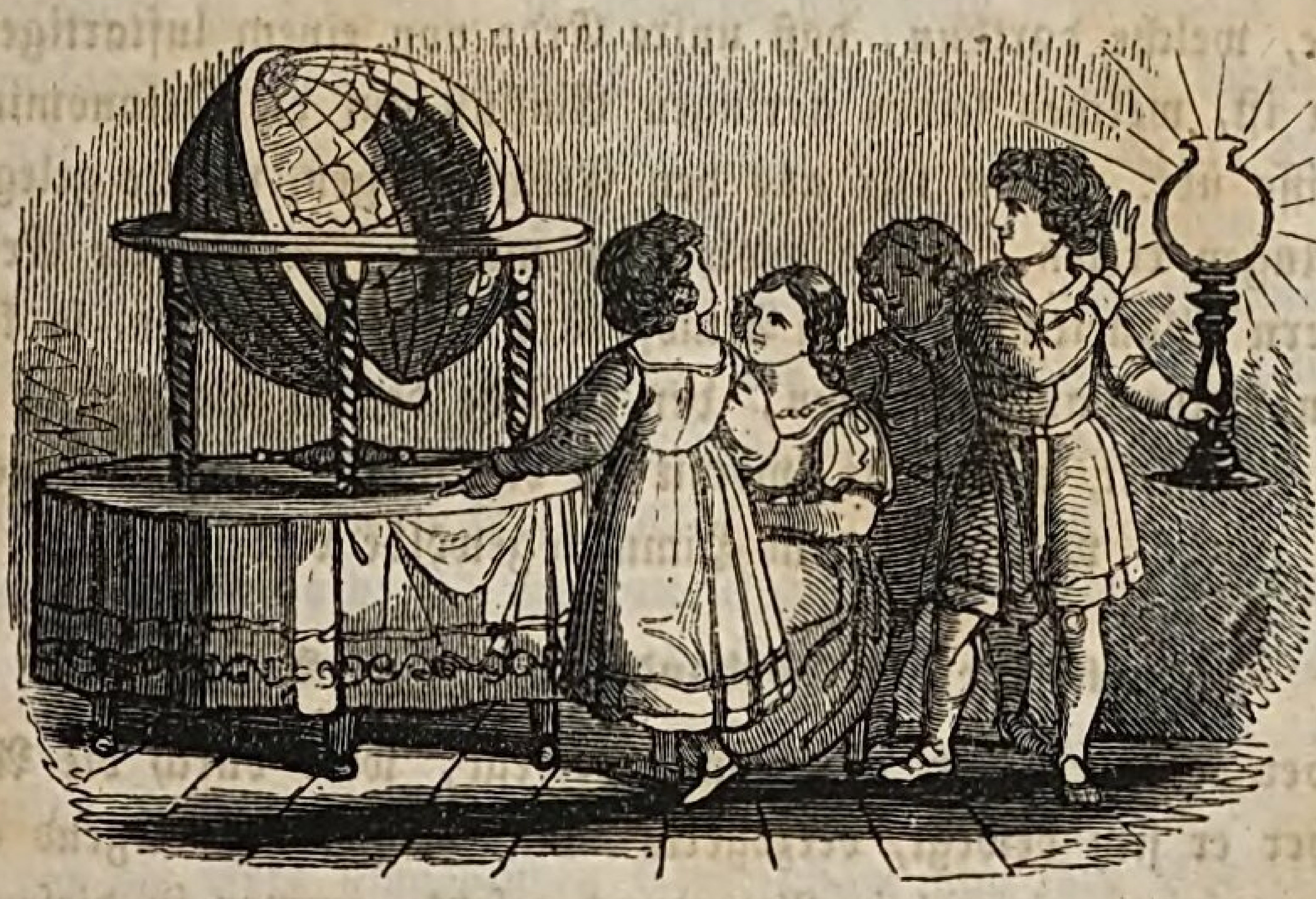
Diese Erscheinung ist von hoher Wichtigkeit für uns und muß es eben so für die Bewohner des Monds seyn, wofern dieser Planet von Wesen bewohnt ist, deren Fähigkeiten und Mängel den unsrigen ähnlich sind. Die Behauptung, daß die Erde ein sphärischer Körper sey, wird durch eine Mondsfinsterniß bestätigt, denn der Schatten der Erde auf der Mondsscheibe ist immer durch einen Kreisbogen begrenzt. Dieß könnte aber nicht der Fall seyn, wenn der Schatten nicht kugelförmig wäre, und der Schatten könnte nicht kugelförmig seyn, wenn die Erde nicht eine Kugel wäre. Aus derselben Erscheinung kann auch nachgewiesen werden, daß die Sonne größer als die Erde, und die Erde größer als der Mond ist, denn wäre die Sonne nicht größer als die Erde, so könnte der Mond-

schatten nicht convergiren oder in einem Punkte zusammenlaufen, und wäre die Erde nicht größer als der Mond, so könnte der letztere nie gänzlich verdunkelt werden; allein der Erdschatten umhüllt ihn in der Entfernung der Mondbahn. Durch Finsternisse und besonders durch Mondsfinsternisse läßt sich die geographische Länge der Orte bestimmen, wobei die letztern besonders tauglich zur Lösung des Problems sind, weil die Erscheinung an allen Orten, wo sie sichtbar wird, dieselbe ist.

Es darf auch nicht vergessen werden, daß die Berechnung der Perioden, wo Finsternisse eintraten, bisweilen zur Bestimmung der Zeit historischer Ereignisse dienten. Es ist durch Thucydides verbürgt, daß an einem Sommernachmittage im ersten Jahre des peloponnesischen Krieges in Athen eine Sonnenfinsterniß beobachtet wurde, welche beinahe so total war, daß die Sterne sichtbar wurden. Durch Nachrechnung fand man, daß dieß am 3. August im Jahr 431 vor Christi Geburt gegen 6 Uhr Abends geschehen seyn mußte. Wenn wir uns erinnern, daß unsere ganze Zeiteintheilung auf die Bewegungen der Himmelskörper und die dadurch hervorgebrachten Erscheinungen gegründet ist, so wird es nicht sonderbar erscheinen, wenn wir behaupten, daß die Nachweisung von Finsternissen den Chronologen oft bei Bestimmung seiner Daten unterstütze. Da die Bahnen, Perioden und Unregelmäßigkeiten des Mondes und der Erde bekannt sind, so ist es keine sehr schwere Arbeit, die Zeiten zu bestimmen, wo Finsternisse eingetreten waren. Ein fleißiger und ausdauernder Gelehrter könnte ebensoleicht die Zeiten berechnen, wann Sonne und Mond verfinstert waren, als er diejenigen berechnen kann, wo sie es seyn werden; und daraus könnte er die Daten mancher merkwürdigen politischen Ereignisse bestimmen. Die Aufmerksamkeit der Menschen war stets auf die Beobachtung der am Himmel vorkommenden Erscheinungen gerichtet, und man scheint zu jeder Zeit darüber im Klaren gewesen zu seyn, daß man kein Phänomen der Erde benützen könne, um darnach den Gang der Zeit zu messen. Aus diesen zwei Umständen mag sich die häufige Erwähnung von astronomischen Ereignissen in den Werken der alten Geschichtschreiber und Dichter erklären lassen.

Außer den eben beschriebenen gibt es noch andere Erscheinungen am Himmel, die von Zeit zu Zeit auf der Erde wahrgenommen werden; doch sind diejenigen, welche wir erwähnt haben, die merkwürdigsten. Selten hört man die Leute eine höhere Ansicht über den Einfluß wissenschaftlicher Kenntnisse auf das Publikum äußern. Man wähnt gewöhnlich, diese seyen nur darauf berechnet, die Intelligenz überhaupt zu erhöhen, das Individuum von der tyrannischen Macht des Aberglaubens oder der Furcht zu befreien und es für höhere allgemeine Sympathieen zugänglich

zu machen. Allein die Vortheile der Erkenntniß lassen sich erst dann recht würdigen wenn wir uns in den Zustand einer Gesellschaft hineindenken, wo dieselbe nie vorhanden war, wenn je überhaupt eine solche Gesellschaft existiren konnte. Vergleichen wir die Gefühle, die ein Einzelwesen dieser Gemeinde bei einer Sonnenfinsterniß empfinden müßte, mit denjenigen, welche dieses Phänomen einem Menschen einflößen würde, der es sich zwar nicht recht erklären könnte, der aber doch mit einigen der Gesetze bekannt wäre, durch welche die merkwürdigsten himmlischen Erscheinungen regiert werden! Den Einen würde eine Erscheinung, von der er durch Ueberlieferung gehört hätte oder vielleicht selbst Augenzeuge gewesen wäre, in Schrecken setzen; der Andere, in der festen Ueberzeugung von der wunderbaren Einrichtung aller natürlichen Dinge, die er aus einer beschränkten Kenntniß ihrer Wirkungen herleitete, würde sich nach einer Belehrung über den Ursprung dieses neu vor seine Augen getretenen Ereignisses umsehen und sich schämen, irgend eine Furcht zu hegen, und noch weniger, eine solche zeigen, bis er wüßte, daß dieselbe durch die Vernunft gerechtfertigt wäre. Unsere Absicht bei Beschreibung der Beziehungen zwischen Himmel und Erde und der auf der letzteren wahrgenommenen astronomischen Erscheinungen war aber, dem Leser eine möglichst umfassende Kenntniß von ihrer relativen Stellung und den Mitteln, durch welche sie in derselben erhalten wird, zu geben, und wir hegen die Ueberzeugung, daß die persönlichen Vortheile, auf die wir gelegentlich hingedeutet haben, für jeden ernsten Forscher nicht verloren seyn werden.



Drittes Kapitel.

Die Atmosphäre und ihre Eigenschaften.

Beweis für das Vorhandenseyn einer Atmosphäre. — Zusammensetzung der atmosphärischen Luft. — Eigenschaften der Atmosphäre. — Luftballons. — Elasticität und Druck der Atmosphäre. — Barometer. — Die atmosphärische Eisenbahn. — Grenzen der Atmosphäre. — Geeignetseyn der Atmosphäre für das animalische Leben. — Die Luft ein Schallleiter. — Echo. — Wind.

Die Erde ist von einem ungeheuren Luftocean umgeben, der wesentlich dazu beiträgt, das animalische und vegetabilische Leben zu fördern, und die gegenwärtige Beschaffenheit der um uns her vor sich gehenden Phänomene zu erhalten. Eine Atmosphäre muß nicht nothwendig mit jeder Welt verbunden seyn; allein wir finden sowohl in als außer uns Zeugnisse, welche darthun, daß unsre Erde von einem luftartigen Medium umgeben ist, welches keinen geringen Einfluß auf die Oekonomie der Erdverhältnisse übt. Wenn wir aus den Erscheinungen, welche gelegentlich vor unsere Augen treten, einige auswählen müßten, welche die Existenz einer um unsern Planeten gehenden Atmosphäre beweisen sollten, so könnten wir etwa den Widerstand anführen, den dieselbe den in Bewegung begriffenen Körpern darbietet, die Kraft, womit sie dieselben zu andern Zeiten antreibt, und die Farbe, welche sie dem Himmelsgewölbe verleiht.

Beweise für das Vorhandenseyn einer Atmosphäre.

Jeder Körper, der sich schnell bewegt, wird durch die Atmosphäre, in welcher er sich bewegt, verzögert. Eine Kugel oder irgend eine andere Substanz würde, einmal in Bewegung gesetzt, immer in diesem Zustande fortfahren, wenn keine hemmende Kraft vorhanden wäre. Die Materie hat keine vorherrschende Neigung zur Ruhe, und die alten Philosophen vergleichen sie sehr unrichtig mit einem trägen Menschen, der zwar einer Bewegung fähig, aber sehr der Ruhe zugethan sey. Bewegung und Ruhe

sind relative Zustände, und wenn sich ein Körper in einem oder dem andern befindet, so geschieht dieß nur in Folge der Kräfte, welche auf ihn einwirken. Die Materie ist an sich vollkommen passiv und deßhalb würde sie, einmal in Bewegung gesetzt, immerdar in derselben fortfahren, wenn nicht eine Kraft vorhanden wäre, welche sie in den Zustand der Ruhe zurückzubringen strebte. Der Widerstand der Luft ist eine dieser störenden Ursachen. Wenn z. B. das Pendel in Bewegung gesetzt wird, so schwingt es sich in Folge der Kraft der Schwere und würde nie zur Ruhe kommen, wenn seine Bewegung nicht durch Reibung und den Widerstand der Luft gehemmt würde.

Die Atmosphäre selbst ist der Bewegung fähig, und wenn ihr Gleichgewicht entweder lokal oder im Allgemeinen gestört wird, so bringt sie eine Wirkung auf alle in ihrem Bereich liegenden Gegenstände hervor. Sie nimmt nicht nur die leichteren Gegenstände, mit denen sie in Berührung kommt, in ihrem Fortgang mit sich, sondern wirft, wenn sie stärker bewegt ist, Gebäude um, entwurzelt Bäume und reißt die feste Erde auf. Der Mensch, der alle natürlichen Wirkungen durch die Macht der ihm von Gott verliehenen Fähigkeiten sich unterwirft und regelt, hat die bewegte Luft als eine mechanische Kraft gebraucht und zwingt sie, seine Wünsche zu erfüllen, nicht nur zur Erleichterung seiner täglichen Arbeit, sondern auch seines Verkehrs mit den verschiedenen Abtheilungen der menschlichen Familie.

Wenn noch ein weiteres Phänomen nöthig wäre, um die Existenz einer Atmosphäre zu beweisen, so könnten wir noch ihre Farbe anführen. Das Himmelsgewölbe hat, wenn es nicht von den Wolken bedeckt ist, die bisweilen wie Vorhänge davon herabhängen, eine schöne Azur- oder blaue Farbe. Diese Farbe kann demnach nicht dem Raum angehören, auch ist sie nicht das Resultat des Einflusses der Körper, die sich in jenem bewegen, sondern wird von dem Durchgang des Lichts durch die Atmosphäre hervorgebracht. Wenn man eine geringe Quantität Luft untersucht, läßt sich keine Farbe entdecken, weil die Summe des dem Auge dargebotenen gefärbten Lichtes zu schwach ist, um den Begriff der Farbe zu geben. Aus demselben Grund hat eine Flasche Seewasser eine klare, durchsichtige Erscheinung, wenn auch die tiefe See, aus der sie genommen ist, eine entschieden grüne Farbe besitzt. Durch solche Thatsachen werden wir über die Existenz einer die Erde umgebenden Atmosphäre und ihre Ausdehnung bis zu einer beträchtlichen Höhe über derselben vergewissert.

Es ist von hoher Wichtigkeit, daß wir uns mit den Eigenschaften der Atmosphäre bekannt machen, denn sie ist die unmittelbare Ursache vieler Erscheinungen, von denen wir Zeuge sind, und hat einen indirekten Einfluß

dadurch, daß sie den Einfluß anderer Kräfte modificirt. Sie ist auch die Erhalterin des animalischen und vegetabilischen Lebens, und die Chemiker haben bereits dargethan, daß keine Mischung von den uns bekannten Gasen diesem Zweck so gut entsprechen würde, als die hier angewendeten, sondern daß jedes andere entweder augenblicklich oder allmählig zerstörend auf die organisirten Wesen einwirken würde. Die Atmosphäre ist auch die Leiterin des Schalles, verleiht den Wolken Schwimmkraft und den beschwingten Thieren die Fähigkeit des Fliegens, und ist ebenso eine Quelle des Genusses, als der Lebensfähigkeit für den Menschen.

Zusammensetzung der atmosphärischen Luft.

Der luftartige Körper, welcher die Erde umgibt, ist aus zwei elastischen Fluiden, die Sauerstoff und Stickstoff heißen, und im Verhältniß von 1 zu 4 darin vorhanden sind, zusammengesetzt. Die Atmosphäre enthält aber auch noch andere Bestandtheile, die eher für Unreinigkeiten als für absolut nothwendig zu ihrer Mischung betrachtet werden können, und diese sind demnach in verschiedenen Verhältnissen vorhanden. Kohlensaures Gas ist ein Stoff, der gewöhnlich in der atmosphärischen Luft vorkommt. Saussure entdeckte ihn in derjenigen, welche er vom Gipfel des Montblanc brachte, und Humboldt in der, die er beinahe von der höchsten Spitze der Anden holte. Man weiß übrigens jetzt gewiß, daß das Verhältniß des kohlensauren Gases in der Luft nicht nur an verschiedenen Stellen, sondern auch zu verschiedenen Zeiten des Jahres ein anderes ist, und möglicherweise kann es bisweilen gar nicht vorhanden seyn, wie z. B. die Gefährten von La Perouse das Vorhandenseyn desselben auf dem Gipfel des Piks von Teneriffa nicht zu entdecken vermochten.

Die genaueren Ergebnisse wissenschaftlicher Beobachtungen über die Zusammensetzung der Atmosphäre sind folgende: Die atmosphärische Luft besteht nach dem Gewichte aus 23,01 Sauerstoff und 76,99 Stickstoff, — nach dem Volumen aus 20,80 Sauerstoff und 79,22 Stickstoff. Die wesentlichen Bestandtheile der Atmosphäre, Sauerstoff und Stickstoff, bleiben sich in ihren Verhältnissen in allen Gegenden, Jahreszeiten, Höhen und Tiefen, im Freien wie in dichtbewölkten Gebäuden, vollkommen gleich; wie auch die Vergleichung der neuesten Beobachtungen der Gelehrten (z. B. die von Dalton, Boussingault, Gay Lussac u. A.) mit denen früherer Naturforscher gezeigt hat, daß die Zusammensetzung der Luft seit 40 Jahren sich nicht wesentlich verändert hat.

Saussure der Jüngere hat zu Chambeisy bei Genf eine Reihe von sehr interessanten Versuchen gemacht, aus denen hervorgeht, daß meteorologische Wechsel, sowie die Jahreszeiten den Gehalt der Atmosphäre

an kohlensaurem Gas verändern. Ein lang andauernder Frost vermehrt, Thauwetter vermindert das Verhältniß; starke Regengüsse vermindern ebenfalls seine Quantität, indem sie es wahrscheinlich auflösen. Nach demselben Grundsatz müssen wir auch den Umstand erklären, daß sich in der Luft über dem Genfersee weniger von diesem Gase zeigte, als in Chambeisy. Derselbe Naturforscher fand, daß es in den drei Wintermonaten mehr als in den drei Sommermonaten und bei Nacht mehr als bei Tag vorkommt, und er schätzt das durchschnittliche Verhältniß des kohlensauren Gases zu 4,15 Volumtheilen in 10,000 atmosphärischer Luft.

Auch Wasserstoff ist in verschiedenen Quantitäten zwischen 1 und $1\frac{1}{2}$ Procent in der Atmosphäre vorhanden, wie sich auch noch viele andere gasartige Körper darin entdecken lassen, denn alle Substanzen, die bei gewöhnlicher Temperatur zu luftigen Flüssigkeiten werden können, müssen bei Gelegenheit darin gefunden werden. Ihre Vertheilung ist jedoch eine örtliche, und die Summe derselben wechselt.

Die zwei Hauptbestandtheile der atmosphärischen Luft haben höchst verschiedene Eigenschaften, und doch sind beide zur Oekonomie der Natur nothwendig. Der Sauerstoff unterhält den Verbrennungs-Prozeß und ist zur Erhaltung des animalischen Lebens durchaus nothwendig, während andererseits der Stickstoff unvermischt dasselbe zerstört. Bringt man eine brennende Kerze in eine über Wasser umgestürzte weite Glasröhre, so wird sie in kurzer Zeit erloschen seyn, und untersucht man hierauf das überbleibende Gas, so wird man finden, daß aller Sauerstoff bei der Verbrennung aufgezehrt worden war. Auf dieselbe Weise wird ein lebendes Wesen, das in eine solche Lage gezwängt ist, daß es nur eine gewisse Summe von Luft einathmen kann, bald allen Sauerstoff verbrauchen und dann sterben, indem es unfähig ist, den Stickstoff zu athmen. Dieß ist die Ursache des Todes der unglücklichen Bergleute, welche in Gruben verschüttet werden, sowie der zwei Männer, welche vor einigen Jahren in einer Taucherglocke hinabgingen und durch einen Zufall nicht mit frischer Luft hinlänglich versorgt wurden. Und doch würde der Sauerstoff allein sehr untauglich zum Athmen seyn, denn Dr. Higgins hat dargethan, daß der Puls eines jungen Mannes, der in einer Minute 64mal schlug, sich bis zu 120 steigerte, nachdem er eine kurze Zeitlang Sauerstoffgas eingeathmet hatte. Auch könnte es nicht als alleiniger Unterhalt des Verbrennungsprozesses benützt werden, denn die brennbaren Körper verbrennen so schnell und mit einer solchen Lichtfülle darin, daß es als Atmosphäre gänzlich untauglich wäre. Der Stickstoff scheint die Wirkungen jenes aufzuheben oder zu modificiren, indem er die Verbrennung unserer Beobachtung zugänglich macht und eine zu heftige Circulation des Blutes verhindert.

Die Atmosphäre erhält das Leben, indem sie dem Blute Sauerstoff und Wärmestoff mittheilt. Wenn das Blut in die Lunge kommt, hat es eine dunkle Purpurfarbe; dort stößt es aber den Wasserstoff und Kohlenstoff aus und empfängt dafür den Sauerstoff, der ihm eine hellrothe Farbe gibt. Bei jedem Athemzug erhält ein Mensch von mittlerer Größe 16 bis 20 Kubikzoll Luft; Allen und Pepys haben berechnet, daß ein gesunder Mensch in jeder Minute 26,6 Kubikzoll kohlensauren Gases auswirft; doch möchte dieß die Wahrheit etwas übersteigen. Ein Theil des von den Lungen empfangenen Stickstoffes wird dort aufgezehrt, während der andere und größere Theil wieder in die Atmosphäre zurückgeworfen wird, wo er augenblicklich aufsteigt, da er leichter als die Luft ist. Aber dieses unverbundene Stickstoffgas würde sich sehr bald anhäufen und dem animalischen Leben schädlich werden, wenn nicht eine Vorkehrung zu seiner Wiedervermischung gegeben wäre. Diese Vorkehrung ist in dem Bau, der Organisation und dem Lebensprozeß der Pflanzen vorhanden. Die obern Seiten der Pflanzenblätter strömen den Tag über eine große Summe Sauerstoff aus, während sie den Stickstoff verzehren. Durch diese wechselseitige Thätigkeit zwischen Thier- und Pflanzenwelt wird die Reinheit der Atmosphäre erhalten; denn der Sauerstoff, den die Pflanzen abgeben, verbindet sich mit dem Stickstoff, den die Thiere ausathmen. Betrachten wir ferner die große Summe kohlensauren Gases, die durch die Thiere in die Atmosphäre zurückgegeben wird, so müssen wir die Nothwendigkeit der Einrichtung, nach welcher dasselbe wieder von den Pflanzen aufgezehrt wird, einsehen; und diese Thatsache, verbunden mit den bereits erwähnten, liefert uns einen so starken Beweis von der außerordentlichen Geschicklichkeit, womit die wirkenden Kräfte der Materie eingerichtet wurden, um den Lebensbedürfnissen in ihren verschiedenen Abstufungen zu dienen, als irgend einer im ganzen Gebiet der Naturwissenschaften.

Ueber die Art und Weise, wie die gasartigen Hauptbestandtheile der Luft miteinander verbunden sind, haben sich Meinungsverschiedenheiten erhoben. Einige Naturforscher behaupteten, jene seyen nur einfach gemengt, während Andere sie für chemisch miteinander verbunden hielten. Es besteht ein Gesetz in der Chemie, daß die Körper sich in bestimmten Verhältnissen miteinander verbinden. Nun ist erwiesen, daß sich Sauerstoff und Stickstoff im Verhältniß von 1 zu 4 in der atmosphärischen Luft vorfinden, und man nahm daher natürlich an, sie müßten chemisch miteinander verbunden seyn. Obschon aber der Sauerstoff und der Stickstoff der atmosphärischen Luft in solchen Verhältnissen miteinander verbunden sind, daß sie eine chemische Zusammensetzung bilden können, so ist es doch nach den von Dalton gemachten Versuchen wahrscheinlich, daß sie nur

gemengt oder, mit andern Worten, daß die Theilchen des einen unter die des andern zerstreut sind. Es ist bekannt, daß die Gase eine Eigenschaft besitzen, die wir Selbstrepulsivkraft nennen können, d. h. daß die Theilchen derselben die andern von derselben Gattung zurückstoßen, während sie doch weder einen anziehenden noch einen abstoßenden Einfluß auf diejenigen Theile haben, die einen fremden Charakter besitzen. Aus diesem Grunde benehmen sich Gase, wenn sie miteinander vermischt werden, nicht wie Flüssigkeiten, im Verhältniß ihrer specifischen Schwere, sondern die Theilchen jeder Gattung zerstreuen sich durch den ganzen von dem Fluidum eingenommenen Raum. Diese Theorie wird durch die Resultate der Versuche von Dulong unterstützt, welcher dargethan hat, daß die strahlenbrechende Kraft der atmosphärischen Luft genau gleich der Summe der strahlenbrechenden Kräfte ihrer einzelnen Elemente ist.

Diese Einrichtung der Atmosphäre ist von der größten Wichtigkeit, indem sie dieselbe für die Zwecke tauglich macht, deren Erfüllung ihr zugetheilt ward. Aus dem Grundsatz der Verbreitung der Luftarten folgt nothwendig, daß die Luft an allen bewohnbaren Punkten über dem Niveau des Meeres eine beinahe gleichförmige Zusammensetzung haben muß; denn obgleich Sauerstoff und kohlensaures Gas beim Aufsteigen in einem abnehmenden Verhältnisse stehen müssen, so würde diese Veränderung der Verhältnisse selbst in der Höhe der höchsten Gebirge kaum bemerkbar seyn. Wenn ein Theil von einem der beiden Gase an irgend einem Orte verzehrt wird, so wird der Verlust jetzt augenblicklich ersetzt; würde aber das Prinzip der Verbreitung nicht existiren, so könnte auch der Mangel nicht wieder aufgewogen werden, sondern wir müßten uns die ganze Atmosphäre als aus Flecken von verschiedenen Gasen bestehend denken. Hier könnten wir einen Fleck Sauerstoff, dort einen Fleck Stickstoff finden, während der Zwischenraum in Theile vertheilt seyn könnte, deren jeder von den zwei Stoffen in irgend einem neuen Verhältniß oder in der Ordnung ihrer specifischen Schwere und je nach der Kraft, welche anstatt der Selbstrepulsivkraft in Thätigkeit seyn würde, eingenommen wäre. Eine solche Atmosphäre würde gänzlich untauglich seyn, ein animalisches sowohl als ein vegetabilisches Leben zu unterhalten.

Eigenschaften der Atmosphäre.

Die Haupteigenschaften der Atmosphäre sind Durchsichtigkeit, Flüssigkeit, Elasticität und Dehnbarkeit.

Die Oberfläche der Erde ist so reich mit Dingen geschmückt, die darauf berechnet sind, das Auge zu ergötzen, daß wir nicht umhin können, daraus zu schließen: ihr Schöpfer habe dabei die Absicht gehabt, seine

Geschöpfe nicht nur zu erhalten, sondern auch zu erfreuen. Aber die Entfaltung all dieser Schönheit, so wohl darauf berechnet, den Geist zu erfreuen, die Sinne zu beleben und die Anbetung des Menschen hervorzurufen, wäre umsonst ersonnen und aufgestellt worden, wenn die Atmosphäre nicht eine durchsichtige Flüssigkeit gewesen wäre; und doch können wir nicht läugnen, daß uns der Schöpfer auch eine Atmosphäre hätte geben können, die uns zwar am Leben erhalten hätte, aber zugleich von einer solchen Natur gewesen wäre, daß wir in Dunkel und Verzagtheit hätten umher gehen müssen, oder alle Dinge durch ein Medium gesehen hätten, das sie dem Auge in den abschreckendsten Formen zeigte. Und wäre keine Atmosphäre vorhanden gewesen, so würde das ganze Himmelsgewölbe, den Theil, wo die Sonne selbst stand, ausgenommen, unbeleuchtet gewesen seyn, während der trübe Widerschein von dem erleuchteten Theil der Erde die Schrecken der Scene nur vermehrt hätte.

Die Luft besitzt alle physikalischen Merkmale der Fluiden und unterscheidet sich in keiner Beziehung von ihnen, weder was ihre Bewegung, noch was den Druck betrifft, den sie auf die Körper ausübt. Die Fluiden drücken nach allen Richtungen, und so thut es auch die atmosphärische Luft, sowohl aufwärts als abwärts; auch ist sie so gut wie die andern Flüssigkeiten im Stande, leichte Körper zu tragen. Wir werden die Fluidität der atmosphärischen Luft am besten erörtern, wenn wir etwas aus der Theorie vom Schwimmen und Sinken der Körper anführen.

Es gibt viele Substanzen, die unter gewissen Umständen der Anziehungskraft nicht zu gehorchen scheinen, sondern auf eine Weise thätig sind, welche derjenigen gerade entgegengesetzt ist, die wir nach den Gesetzen der Schwere erwarten sollten. Holz und Kork schwimmen auf dem Wasser und Eisen auf Quecksilber; der Rauch steigt in die Luft, anstatt auf den Boden zu fallen, und die Wolken schwimmen über unsern Häuptern, ohne eine Neigung zum Fallen zu zeigen. Dieselben Erscheinungen zeigen sich in der Atmosphäre wie in den Flüssigkeiten, und beweisen zur Genüge, daß auch jene ein Fluidum ist.

Ein Körper, der in ein Fluidum gesenkt wird, rückt eine gewisse Quantität dieses Fluidums aus seinem Platze. Wenn wir einen Metallwürfel in ein Gefäß Wasser bringen, so wird das Niveau des Wassers erhöht und der Unterschied der beiden Niveau's wird die Quantität des verdrängten Fluidums angeben. Wirft man einen Marmorwürfel von derselben Größe, der nicht so schwer ist, als das Metall, in dasselbe Gefäß, so wird das Fluidum bis zu der nämlichen Höhe wie in dem vorigen Falle steigen. Dieses einfache Experiment lehrt uns, daß ein Körper, der in's Wasser fällt und dort sinkt, eine gewisse, seinem körperlichen Inhalt

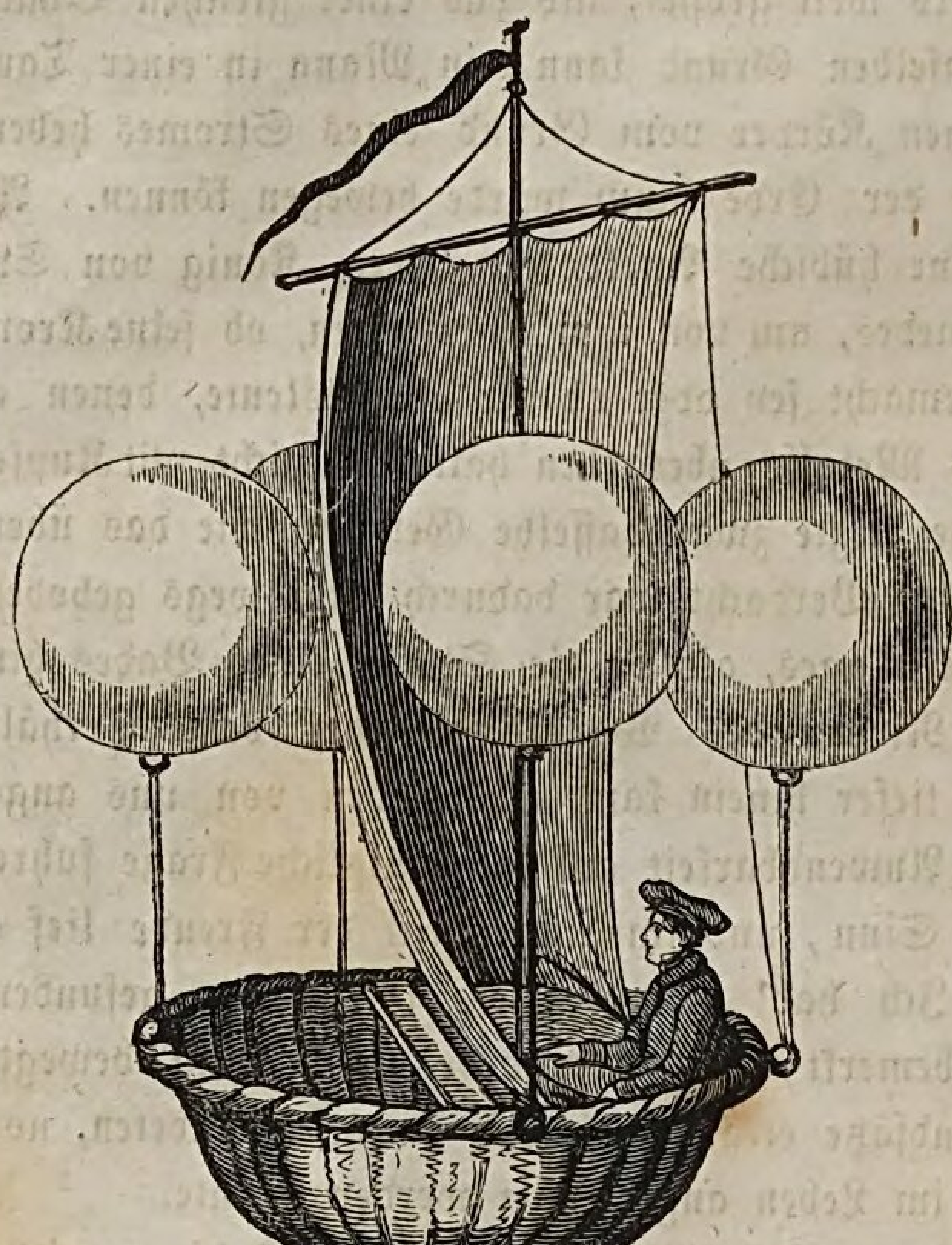
gleiche Quantität Wasser verdrängt, und zwar ganz unabhängig von seinem Gewichte.

Aber ein in ein Fluidum getauchter Körper verliert einen Theil seines Gewichts, welcher Theil gleich dem Gewicht des verdrängten Fluidums ist. Es ist bekannt, daß das Gewicht eines Eimers in einem Brunnen weit geringer ist, wenn sich derselbe im Wasser, als wenn er sich in der Luft befindet; denn obschon beides Fluiden sind, so ist doch das Gewicht einer gewissen Quantität des Wassers weit größer, als das einer gleichen Quantität der letzteren. Aus demselben Grund kann ein Mann in einer Taucherglocke mit Leichtigkeit einen Körper vom Grund eines Stromes heben, den er auf der Oberfläche der Erde kaum würde bewegen können. An diesen Umstand knüpft sich eine hübsche Anekdote. Hiero, König von Syrakus, wandte sich an Archimedes, um von ihm zu erfahren, ob seine Krone wirklich aus reinem Gold gemacht sey oder ob die Arbeitsleute, denen er ein gewisses Quantum dieses Metalls übergeben hatte, es nicht mit Kupfer vermischt hätten. Die Krone zeigte zwar dasselbe Gewicht, wie das übergebene Gold; allein des Königs Verdacht war dadurch keineswegs gehoben. Archimedes bemerkte nun eines Tages, als er die Stufen eines Bades hinabstieg, zufällig, daß das Niveau des Wassers in eben dem Verhältnisse stieg, wie sein Körper tiefer hinein kam. Die oben von uns angeführten Thatsachen und ihre Anwendbarkeit auf die königliche Frage fuhren ihm nun plötzlich durch den Sinn, und im Augenblick der Freude lief er durch die Stadt und rief: Ich hab' es gefunden, ich hab' es gefunden! Viele hatten das Faktum bemerkt, das Archimedes so mächtig bewegte, aber Niemand hatte die Grundsätze erkannt, die sich darauf gründeten, noch die Art und Weise, wie es im Leben angewendet werden konnte.

Die Theorie vom Sinken und Schwimmen der Körper ist die unmittelbare Folge der zwei von uns oben angeführten Thatsachen. Wenn das Gewicht des verrückten Fluidums größer ist, als das Gewicht des verrückenden Körpers, so wird derselbe schwimmen; ist es kleiner, so wird er sinken; sind sie aber gleich, so wird der Körper im Gleichgewicht sein. Ein Stück Metall sinkt im Wasser, weil sein Gewicht immer größer ist als das des verrückten Fluidums; ein Stück Kork aber schwimmt, weil sein Gewicht kleiner ist. So verlieren auch die Körper in der Atmosphäre und in allen andern Gasen einen Theil ihres Gewichtes, der dem Gewichte der Quantität Fluidum gleich ist, welche sie verdrängen. Der größere Theil der Körper sinkt in der Atmosphäre, weil ihr Gewicht größer als das der Quantität Luft ist, welche sie verdrängen; wäre es aber nur zwei- oder dreimal so schwer als Wasser, so würden sie in ihr schwimmen, wie es jetzt mit den Wolken der Fall ist, und der Mensch selbst

würde an dieser allgemeinen Bewegung nach aufwärts Antheil genommen haben. Man wird leicht einsehen, daß diese Grundsätze die Theorie der Luftballons in sich fassen.

Der Wunsch, die Atmosphäre zu beschiffen und die Ueberzeugung von der Ausführbarkeit dieser Idee, scheinen schon in einer sehr frühen Periode der Geschichte der Wissenschaft von den Naturforschern gehegt worden zu seyn. Es wurde jedoch kein Plan zur Construction eines tauglichen Fahrzeugs vorgelegt, bis im Jahr 1670 der Jesuit Franciscus Lana diese Frage durch die Erfindung eines sinnreichen Ballons von Neuem anregte. Die große Schwierigkeit war die: ein Segelschiff zu construiren, das leicht genug wäre, um in der Luft zu schwimmen, und zugleich ihren Druck zu ertragen. Lana machte den Vorschlag, an einen Korb 4 große luftleere Kugeln zu befestigen, welche den Apparat so leicht machen würden, daß der Luftschiffer im Stande wäre, die niederen Schichten der Atmosphäre vermittelst eines Segels zu befahren.



Im Jahr 1676 erforschte Cavendish die Eigenschaften des Wasserstoffgases, dessen Leichtigkeit es ihm höchst wahrscheinlich machte, daß eine dünne, mit diesem Gase gefüllte Substanz in der Luft schwimmen würde. Cavallo machte im Jahr 1782 einige Versuche, gab aber offenbar in Verzweiflung die Sache auf. In demselben Jahr gelang es Stephan und Joseph Montgolfier, einen Apparat zu construiren, der leichter als eine gleich große Quantität atmosphärischer Luft war, und demzufolge darin schwamm. Nachdem sie mehrere kleinere Versuche angestellt hatten, machten sie ihre Entdeckung bekannt und ließen am 5. Juni 1783 zu Annonay einen großen Ballon steigen. Derselbe bestand aus einem großen leinenen Beutel, der mit Papier bekleidet war, 117 Fuß im Umfang hatte und 430 Pfund wog. An dem offenen Ende war ein leichter Drahtkorb befestigt, in welchen Brennmaterialien gethan und angezündet wurden. Die

davon aufsteigende Wärme verdünnte die eingeschlossene Luft so, daß dieselbe leichter wurde, als ein gleich großes Maaß Atmosphäre. Die Maschine, welche zugleich mehr als 400 Pfund Ballast führte, erhob sich und stieg in 10 Minuten bis zur Höhe von 6000 Fuß.

So interessant diese Versuche auch waren, so war doch damit wenig Reelles für den Zweck der Luftschifffahrt gewonnen, wie spätere Versuche zeigten. Der Feuerballon oder die Montgolfiere, wie er bisweilen genannt wird, ist sehr ungeeignet, um einen Luftreisenden aufzunehmen, obgleich das Schiffchen selbst daran befestigt werden kann. Pilatre de Rozier und der Marquis d'Arlandes machten jedoch den Versuch und stiegen von dem Fort La Muette auf. Sie erreichten eine Höhe von 26000 Fuß und kamen wieder sicher herab. Verschiedene Personen wiederholten von Zeit zu Zeit diesen Versuch. Mehrere verloren aber bei dieser Befriedigung ihrer Neugierde oder ihrer Eitelkeit das Leben.

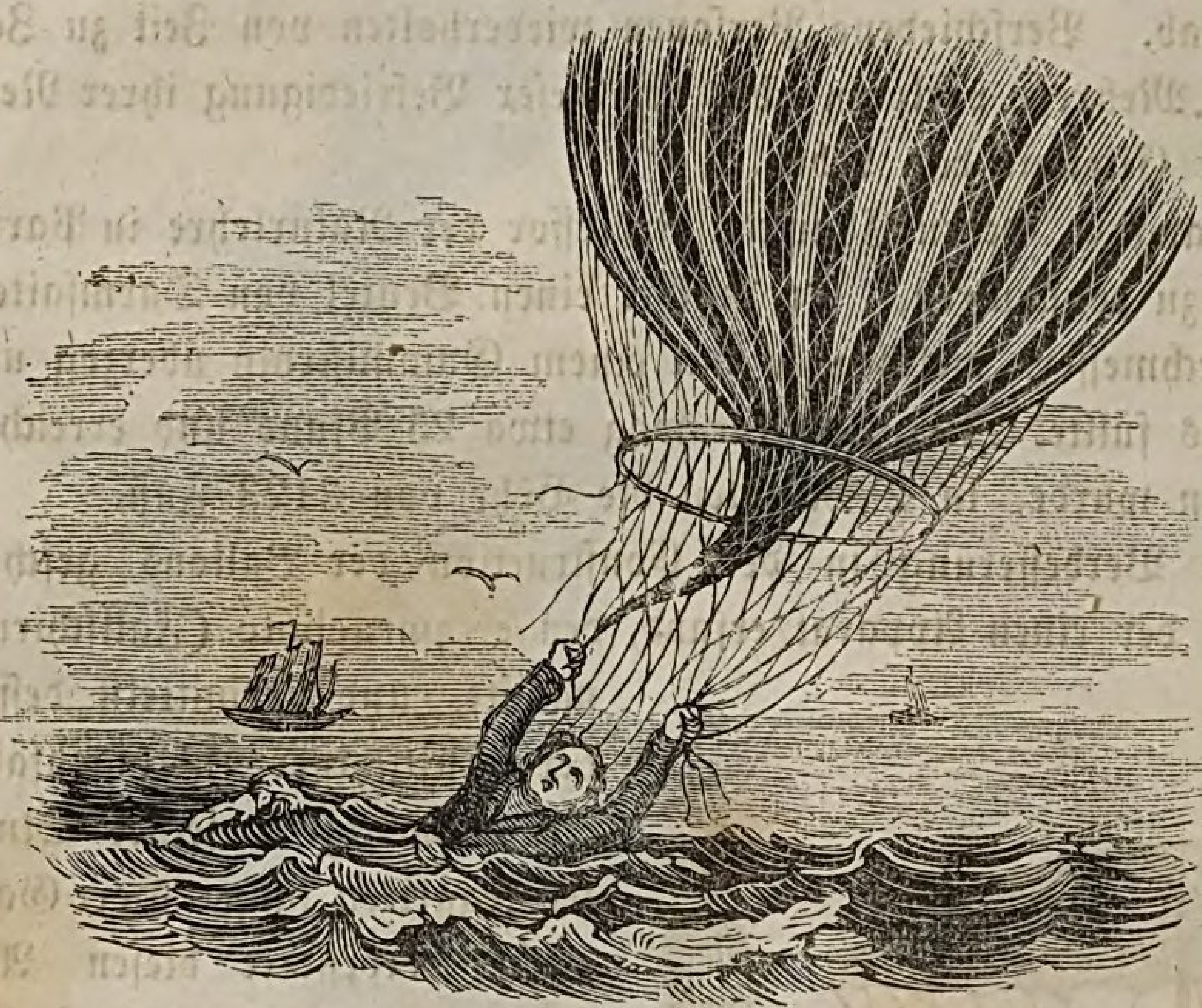
Endlich gelang es Herrn Charles, Professor der Naturlehre in Paris, einen Luftballon zu construiren. Er machte einen Beutel von Darmsaiten, 12 Fuß im Durchmesser, welchen er mit einem Gummifirniß überzog und mit Wasserstoffgas füllte. Der Apparat wog etwa 25 Pfund und erreichte, als er losgelassen wurde, in 2 Minuten die Höhe von 3123 Fuß.

Die nächste Verbesserung in der Construction der Ballons geschah durch Blanchard, der einen Apparat erfand, den er parachute (Fallschirm) nannte, und vermittelst dessen der Luftschiffer nöthigenfalls die Schnelligkeit seines Sturzes reguliren kann. Herr Garnerin verbesserte diesen Apparat und verminderte so die mit Luftschifffahrten verbundene Gefahr um ein Bedeutendes. Unter den Luftschiffern unserer Zeit ist Herr Green der bedeutendste. Es muß jedoch bezweifelt werden, ob unsere Fähigkeit, die Luft zu befahren, der Menschheit jemals von wesentlichem Nutzen seyn wird. Der Mangel einer Methode, durch welche die Richtung des Ballons geregelt werden könnte, macht denselben



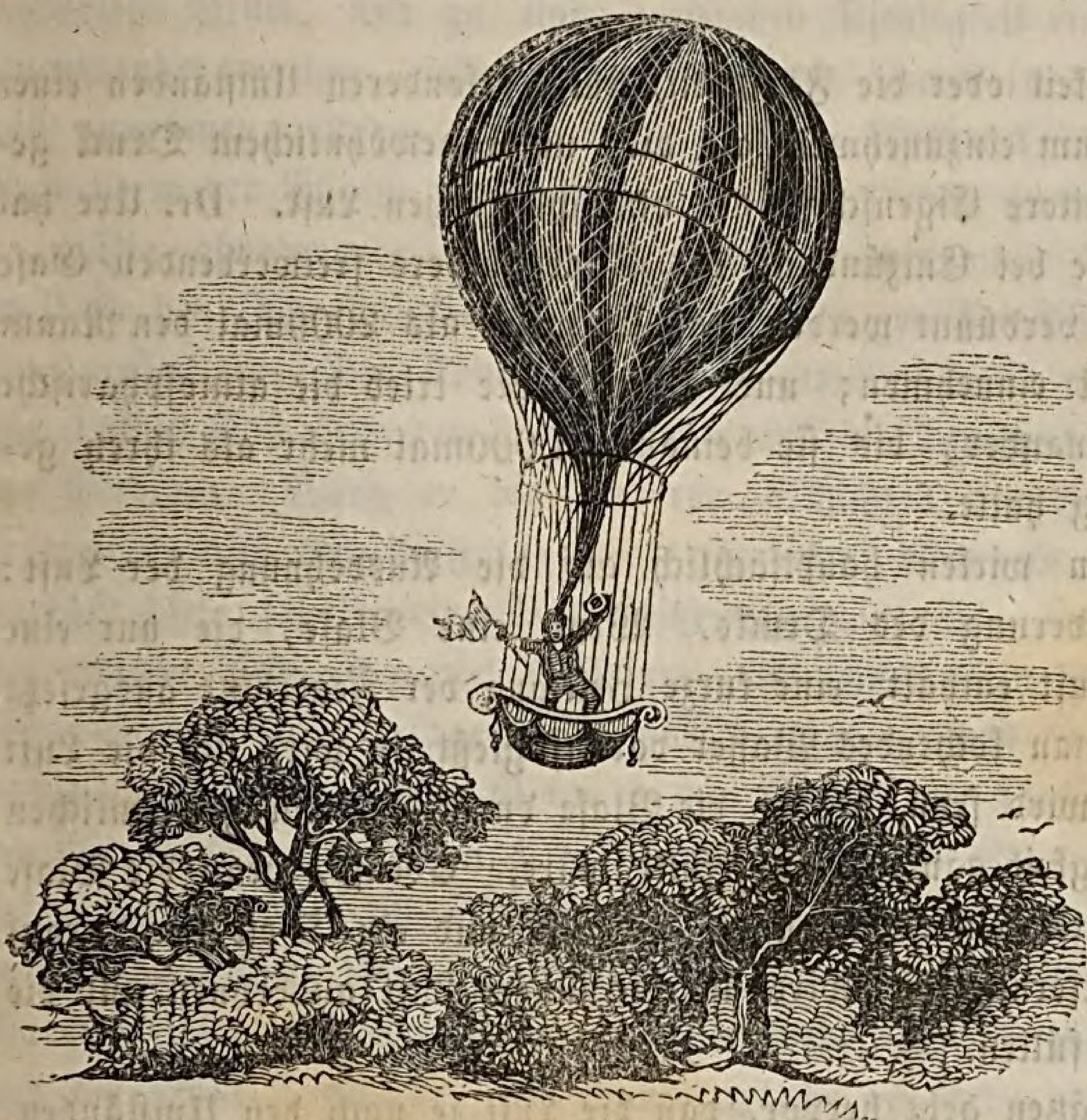
Der Fallschirm.

vor der Hand zu einem werthlosen Beförderungsmittel. Die Schnelligkeit seines Flugs ist dem Menschen unnütz, da er den Winden unterworfen ist, und wir keine Macht haben, die Strömungen aufzuhalten, durch die er getrieben wird. Es kann Fälle geben, wo er bei günstiger Richtung des Windes angewendet werden kann, aber die feindseligen Luftströmungen und die Veränderlichkeit derselben lassen die Folgen jeden Versuchs im Zweifel. Das Resultat von Major Money's Aufflug beweist die Unsicherheit der Vortheile, welche die Luft bieten kann. Dieser Herr stieg von Norwich auf, während der Wind in einer Richtung blies, die ihn zu der Annahme berechtigte, er werde in der Gegend von Ipswich fallen. Er hatte jedoch kaum die Höhe einer Meile erreicht, als er einer heftigen Luftströmung begegnete, die in einer neuen Richtung blies und ihn gegen Yarmouth trieb. Der Ballon fiel in das Meer, 9 engl. Meilen vom Land entfernt. Der Major erhielt sich einige Zeit lang auf der Oberfläche des Wassers, indem er sich am Ballon festhielt. Nachdem er fast alle seine Kleider abgeworfen hatte, wurde er endlich durch einen Cutter, der an der Küste kreuzte, aus seiner gefährlichen Lage befreit. Dieß ist nicht der einzige Fall, wo ein Aeronaut durch einen Wechsel in der Richtung des Windes und das Begegnen von Luftströmungen, welche einen andern Kurs hatten, als die unmittelbar über der Erde wehenden, getäuscht wurde. Minder erheblich, als man gewöhnlich meint, scheint die Schwierigkeit, bedeutende Höhen mit dem Luftballon zu erreichen; seither nahm man an, der Mensch könne wegen Athmungsbeschwerden nicht über 20,000 pariser Fuß hoch steigen, allein eben der genannte Green versichert, er sey schon über 6000 Toisen hoch gestiegen, ohne die mindeste Beschwerlichkeit zu empfinden. Die Geschwindigkeit der Bewegung des Ballons in den oberen verdünnten Luftschichten und unter dem Einflusse der oberen Luftströmungen ist wahrhaft erstaunlich; Green-



legte oft 30 Wegstunden in Einer Stunde, und einmal sogar 32 Wegstunden in 27 Minuten zurück.

Diese allgemeinen Beobachtungen über die Ursache des Schwimmens und Sinkens, wie wir sie durch die Geschichte der Aeronautik erläutert haben, beweisen die Flüssigkeit der Luft. Wenn aber auch nie ein Ballon construirt worden wäre und sich nie ein Mensch zwischen der Erde und dem Luftgewölbe gewiegt hätte, so würde sich die Thatsache dennoch ohne Schwierigkeit beweisen lassen. Leichte Körper werden auf den Luftwellen von einem Ort nach dem andern geführt; die Wolken schwimmen in allen Höhen darüber hin und die befiederten Geschöpfe steigen und fallen in dem weiten Ocean, wie die Fische im Wasser. Sie haben physische Vorkehrungen anatomischer Art, die dem Fluidum, in dem sie sich bewegen müssen, eben so angemessen sind, als diejenigen, welche die Floßfederngeschlechter charakterisiren.



Die Elasticität ist eine weitere Eigenschaft, welche die atmosphärische Luft anerkanntermaßen besitzt. Vor Perkins' Versuchen war man nur im Stande, die Luft auf einen Raum einzuspannen, der gleich $\frac{1}{128}$ ihres gewöhnlichen Umfangs auf der Erdoberfläche war; diesem Herrn aber gelang es vermittelst eines zu diesem Endzweck erfundenen Apparats, sie auf einen weit kleineren Raum zu reduciren, und er behauptet, daß wenigstens er sie bis zu einem flüssigen Zustand zusammenzudrücken vermocht habe. Diese letztere Behauptung ist jedoch allgemein zurückgewiesen worden, da seine Versuche keineswegs genügend sind. Daraus, daß ein Körper zusammendrückbar ist, folgt noch nicht nothwendig, daß er auch elastisch seyn muß, denn einige Körper behalten, wenn sie durch Druck veranlaßt werden, einen geringeren Raum einzunehmen, als sie in ihren gewöhnlichen Ver-

hältnissen thun, diese Volumen bei. Die Luft ist jedoch einer von den Körpern, welche diese beiden Eigenschaften haben. Wenn wir eine Spritze nehmen und sie an dem Ende, welches gewöhnlich offen ist, verstopfen, so wird der Stempel durch eine geringe Kraftanstrengung ziemlich weit hinab getrieben werden können. Die in der Röhre oder Spritze eingeschlossene Luft erleidet daher einen Druck. Sobald aber der Druck auf den Stempel entfernt wird, nimmt die Luft ihren früheren Umfang wieder ein, und der Stempel wird in seine anfängliche Lage zurückgedrängt, woraus wir sehen, daß die Luft die Eigenschaft der Elasticität hat.

Die Dehnbarkeit oder die Fähigkeit, unter besonderen Umständen einen weit größeren Raum einzunehmen, als dieß unter gewöhnlichem Druck geschieht, ist eine weitere Eigenschaft der atmosphärischen Luft. Dr. Ure hat berechnet, daß die bei Entzündung des Schießpulvers freiwerdenden Gase durch die Hitze so verdünnt werden, daß sie mehr als 2000mal den Raum des Pulvers selbst einnehmen; und Herr Boyle trieb die atmosphärische Luft so weit auseinander, bis sie beinahe 14,000mal mehr als ihren gewöhnlichen Umfang hatte.

Zwei Agentien wirken hauptsächlich auf die Ausdehnung der Luft: Hitze und Verminderung des Drucks. Wenn eine Blase, die nur eine kleine Quantität Luft enthält, eine kurze Zeitlang der Feuerhitze ausgesetzt wird, oder wenn man kochendes Wasser darauf gießt, so wird sich die Luft ausdehnen und es wird seyn, als ob die Blase durch Luft im gewöhnlichen Zustand der Dichtigkeit gänzlich aufgefüllt wäre. Ebenso, wenn die Blase unter den Recipienten einer Luftpumpe gebracht und ein Theil der darauf drückenden Luft entfernt wird, wird sich die innere Luft ausdehnen und die Blase vollkommen füllen.

Aus diesen Sätzen geht hervor, daß die Luft je nach den Umständen, unter denen sie erscheint, eine verschiedene Dichtigkeit haben kann. In dem Beispiel der Verdichtung (Condensation), das wir anführten, war ihre Dichtigkeit groß, in dem der Verdünnung klein; und dasselbe gilt von der Atmosphäre, denn ihre Dichtigkeit in irgend einer Höhe steht in genauem Verhältniß zu dem Druck, den die darauf liegende Luftmasse übt. Da die Luft sehr elastisch ist, so erleidet sie in den niederen Regionen, wo sie einen großen Druck auszuhalten hat, eine beträchtliche Verdichtung, und dehnt sich in den höheren Regionen um so mehr aus, weil dort keine Kraft vorhanden ist, die ihre Elasticität hemmen könnte. Es folgt daraus, daß die unmittelbar mit der Erde in Berührung stehende Luftschichte dichter ist, als jede über ihr befindliche, weil sie einen größeren Druck erleidet, und ihre Theilchen demzufolge in engere Berührung gebracht werden; mit

jedem Schritt aber, den wir von der Oberfläche der Erde aus aufwärts thun, wird die Luft weniger dicht, da sie einen geringeren Druck leidet.

Die Elasticität der Luft vermehrt sich mit ihrer Dichtigkeit. Die niedere Schichte der Atmosphäre ist auf ihre gegenwärtige Dicke beschränkt, oder besitzt ihre gegenwärtige Dichtigkeit, in Folge des Drucks, den sie erleidet. Würde dieser Druck entfernt, so würde ihre Elasticität eine Ausdehnung veranlassen und ihr einen weit größeren Raum verschaffen. Wollten wir ihr aber das Doppelte ihrer jetzigen Dichtigkeit geben, d. h. wollten wir ihren Umfang auf die Hälfte reduciren, dann müßte auch ein doppelter Druck, und zu einer dreifachen Dichtigkeit ein dreifacher Druck angewendet werden, indem ihre Elasticität immer in demselben Verhältniß zunehmen würde. Nach diesem ist der Ausdruck: die Elasticität der Luft vermehrt sich im Verhältniß mit ihrer Dichte, zu verstehen.

Die abnehmende Dichte der Luft ist nicht ohne besonderen Zweck, weil sie den Gewohnheiten und Bedürfnissen gewisser Thiere und Pflanzen angemessen ist. Der Kondor, der sich gewöhnlich in einer Höhe von 10 bis 16000 Fuß über der Meeresfläche aufhält, bewohnt ein sehr verdünntes Medium. Wenn er die niederen Schichten der Atmosphäre besucht, so thut er dieß nur in Folge eines gänzlichen Mangels an Nahrung, und verläßt diese, sobald seine Bedürfnisse befriedigt sind, um in die Regionen des ewigen Schnees zurück zu kehren, die seinen Gewohnheiten und seiner Construction besser zusagen. Humboldt erzählt, daß er bei einem Besuch auf dem Antisina, einem Berge in den Anden von Quito, von dem Kondor bis zu der Höhe von 16000 Fuß über dem Meere begleitet worden sey; als er aber den Chimborazo erstieg, welcher 20,000 Fuß hoch ist, jenen königlichen Vogel in der Luft unter ihm flattern gesehen habe. Daraus scheint hervorzugehen, daß er weder für die warme Temperatur und die große Dichte der Luftschichte, welche die Erde unmittelbar umgibt, noch für die außerordentlich kalte und bedeutend verdünnte Luft, die auf dem Gipfel des Chimborazo ruht, geeignet ist. Jeder Vogel, der im Luftocean schwimmt, hat einen gewissen Bezirk, welcher ihm durch die Kraft seiner Schwingen und den Charakter seiner Constitution vorgezeichnet oder regulirt ist. Die Höhe, von welcher aus die Herren Robertson und Saccharoff aus dem Schiffchen ihres Ballons die Tauben auswarfen, die wie Bleigewichte auf die Atmosphäre fielen, war dieselbe, wo der Kondor seine breiten Schwingen ausgespreitet und der Macht des Menschen getrotzt haben würde.

Druck der Atmosphäre.

Es wird kaum nothwendig seyn, die förmliche Behauptung auszusprechen, daß die Atmosphäre auf alle Körper, auf denen sie ruht, gleichfalls einen Druck ausübe; denn als ein Fluidum muß sie auch ein Ge-

wicht haben. Das Gewicht von 100 Kubikzoll atmosphärischer Luft bei 60° Fahrenheit, wenn der Barometer auf 30″ steht, beträgt nach Herrn Kirwan's Versuchen 30,92 Gran. Sir George Shuckburgh erhielt ein anderes Resultat, und bestimmt das Gewicht auf 30,5 Gran. Aus den Versuchen von Prout, Dalton und Henry geht hervor, daß Herr Kirwan der Wahrheit näher kam, indem diese Herren darin übereinstimmen, das Gewicht der Luft auf etwas mehr als 31 Gran festzustellen. Welches dieser Resultate wir aber auch annehmen mögen, so ist offenbar gewiß, daß die Atmosphäre einen ungeheuren Druck auf die Oberfläche der Erde ausüben und daß dieser Druck, da sie ein Fluidum ist, überall vorhanden seyn muß. Galilei und Torricelli haben bewiesen, daß die Luft auf die Meeresfläche mit einer Kraft von ungefähr 15 Pfund für den Quadratzoll drückt. Wenn wir nun annehmen, daß der Körper eines Menschen von mittlerer Größe eine Oberfläche von etwa 2000 Quadratzoll darbiete, so wird er ein Gewicht von nahezu 30,000 Pfund tragen. Dieser Satz ist jedoch oft mißverstanden worden und die Leute haben geglaubt, daß wir diese ungeheure Last auf unsern Schultern tragen. Sie bedachten nicht, daß der Druck über den Körper vertheilt ist, und da er durch innere Kräfte bekämpft wird, eher uns aufrecht zu erhalten, als niederzudrücken strebt.



Die Kugel der Luftpumpe.

Die beiden beigedruckten Halbkugeln sind ein Instrument, welches den Druck der Luft in jeder Richtung sehr schön erklärt und beweist. Es besteht aus zwei hohlen kupfernen Halbkugeln, die so construirt sind, daß sie zusammengebracht luftdicht schließen. Jede derselben ist mit Handhaben versehen, von denen die eine abgeschraubt und die Schale auf diese Weise mit der Luftpumpe verbunden werden kann. Ist dieß geschehen, so werden die beiden Schalen auf einander gelegt, und die von ihnen eingeschlossene Luft wird entfernt. Schließt man hierauf den Stöpsel und bringt den Apparat von der Pumpe weg, so werden, nachdem die Handhabe wieder angeschraubt ist, zwei starke Personen kaum im Stande seyn, die Hemisphäre zu trennen. Dieses von Otto Guericke erfundene Experiment beweist das Vorhandenseyn des atmosphärischen Drucks in jeder Richtung; denn sobald Luft in das Innere gelassen wird, wird der äußere Druck neutralisirt und die Schalen können von einem Kinde getrennt werden.

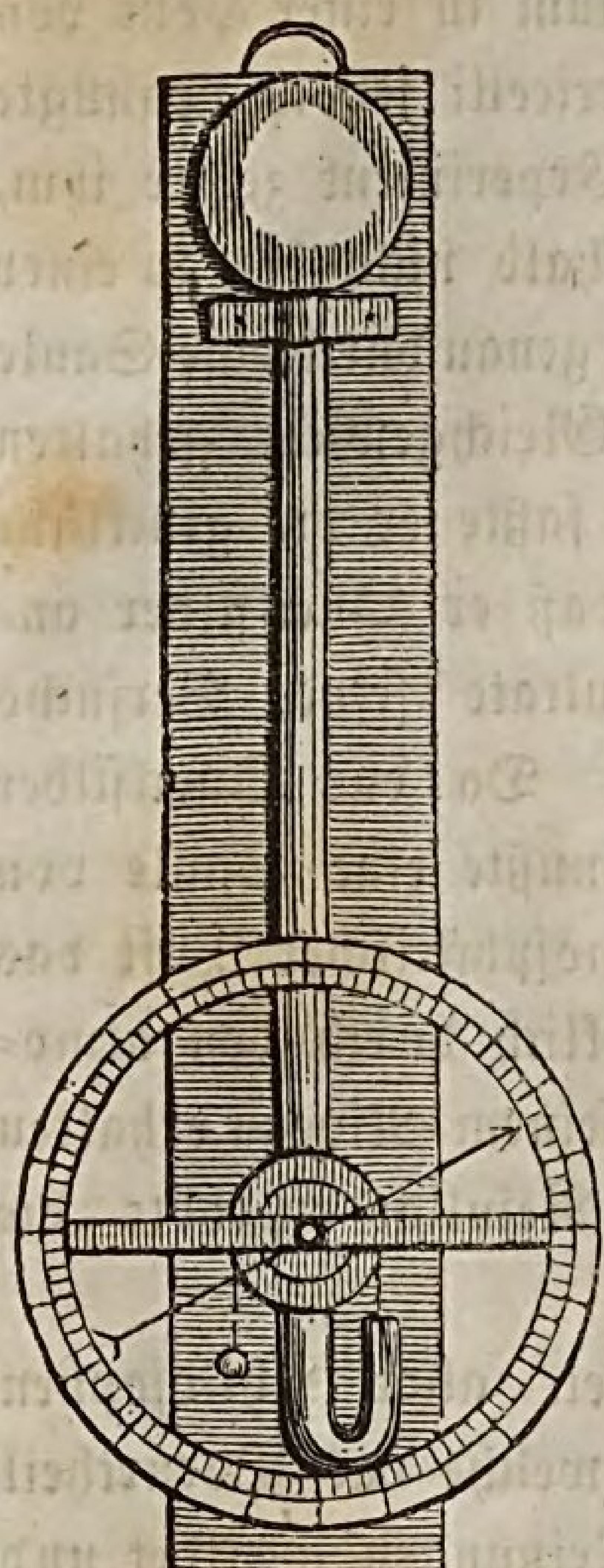
Die Alten waren mit den eben von uns angeführten Thatsachen gänzlich unbekannt und schrieben alle diese Phänomene, die wir jetzt als die Resultate des atmosphärischen Drucks erkennen, der Abneigung der Natur gegen ein Vacuum oder einen leeren Raum zu. Diese Lehre galt

allgemein für den Grund, warum das Wasser in einer Röhre stieg; bis man zu Anfang des 17. Jahrhunderts zufällig die Entdeckung machte, daß das Wasser in einer Röhre nicht zum Steigen gebracht werden könne, wenn der fälschlich so genannte Pumpensauger mehr als 32 Fuß über der Oberfläche des Wassers war. Unfähig weiter zu sehen, als ihnen der von den Alten überlieferte Lehrsatz zeigte, entschieden sich die damaligen Naturforscher dahin, daß die Natur gegen ein Vacuum in einer Höhe von mehr als 32 Fuß keine Abneigung mehr habe. Torricelli jedoch begnügte sich nicht mit dieser Erklärung, und ein einfaches Experiment zeigte ihm, daß die Luft Gewicht habe, und daß das Wasser deßhalb nicht bis zu einer größeren Höhe als 32 Fuß steigen könne, weil es dann genau durch eine Säule atmosphärischer Luft von gleich großer Basis im Gleichgewicht gehalten werde. Sobald er auf diese Ansicht gekommen war, faßte er die glückliche Idee, die Wahrheit derselben dadurch zu erproben, daß er Quecksilber anstatt Wasser gebrauchte. Und die praktischen Resultate seines Versuchs wurden nun eben so wichtig als die theoretischen. Da das Quecksilber etwa 13 $^1/_2$ Mal schwerer als das Wasser ist, so mußte eine Säule von etwa 30" Länge der darauf stehenden Säule atmosphärischer Luft das Gegengewicht halten, wenn nämlich das Wasser wirklich durch den atmosphärischen Druck in einer Höhe von 32 Fuß über seinem Niveau erhalten wurde. Torricelli machte den Versuch, und das Resultat erprobte die Wahrheit seiner Voraussetzung.

Diese Entdeckung zog bald die Aufmerksamkeit aller Philosophen Europa's auf sich; und alsbald wurde von denen, welche das Vorurtheil der Wahrheit vorzogen, eine Menge verschiedener Meinungen gebildet und ohne Zaudern preisgegeben. Pascal, dessen thätiger Geist bei Mittheilung dieser wichtigen, um nicht zu sagen, glänzenden Entdeckung augenblicklich angeregt ward, verdanken wir ein außerordentlich originelles Experiment. Dieser Gelehrte kam alsbald auf den Gedanken, daß, wenn die Ausdehnung des Quecksilbers in der Röhre dem Druck der Atmosphäre zuzuschreiben sei, die Quecksilbersäule nothwendig kürzer werden müßte, wenn sie nach einem über die Meeresfläche bedeutend erhabenen Punkte gebracht würde, weil sie alsdann eine kleinere Luftsäule zu tragen haben würde. Perier, der Schwager Pascal's, ward beauftragt, den Versuch auf dem Gipfel des Puy de Dôme, eines hohen vulkanischen Berges in der Auvergne, zu machen und fand, daß das Quecksilber immer mehr fiel, je höher man es hinauf trug. Auf diese Weise wurde der Torricelli'sche Grundsatz bestätigt, der Barometer entdeckt und die Thätigkeit der Luftpumpe festgestellt.

Man entdeckte nachher, daß das Quecksilber in einem kleineren Raume

stieg und fiel, selbst wenn es an keinen höheren Punkt gebracht wurde, und daß die verschiedenen Zustände der Atmosphäre auf dasselbe einwirkten. Man bediente sich daher seiner als eines Wetterpropheten, und es wird noch jetzt zur Bestimmung des atmosphärischen Drucks und als Voraus-verkünder der Witterungsveränderungen gebraucht, obschon nicht immer nach den wissenschaftlichsten Grundsätzen.

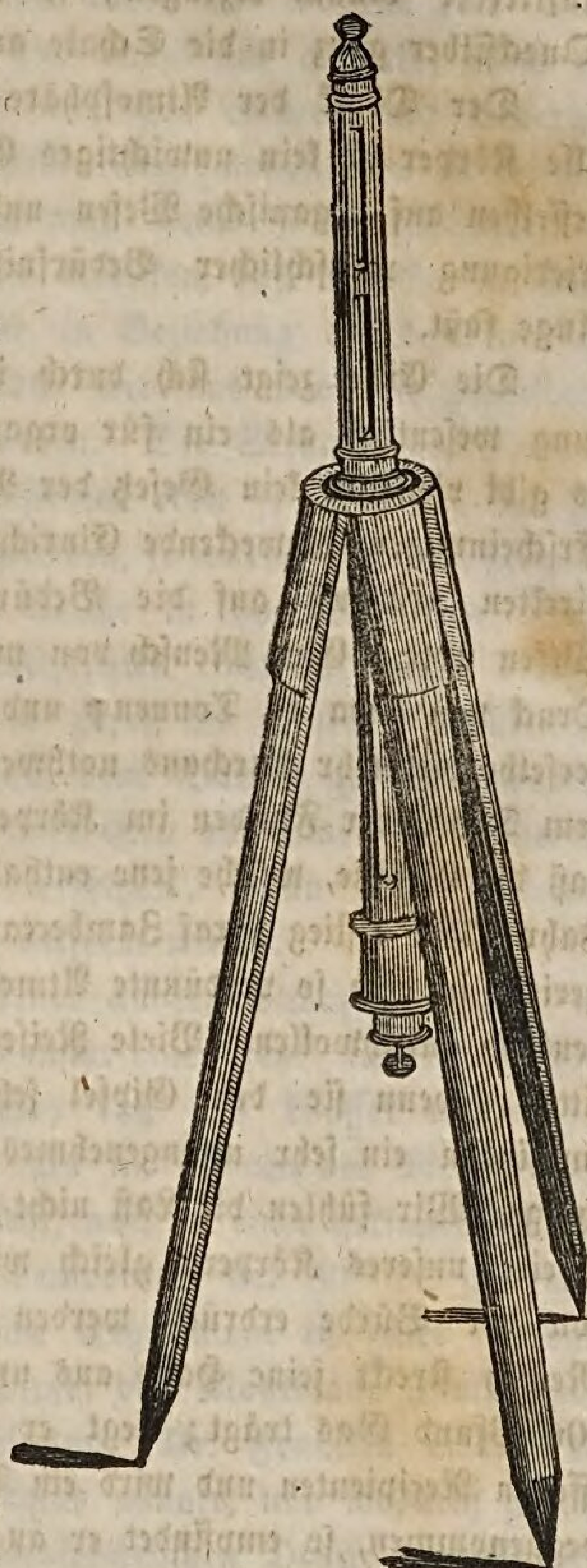

Hook's Barometer

Der gewöhnlich im Gebrauch befindliche Barometer ist allgemein bekannt; genauer und für wissenschaftliche Zwecke passender ist der von Dr. Hook erfundene, und da seine Construktion vielleicht nicht so allgemein bekannt ist, dürfte eine Beschreibung desselben nicht ohne Nutzen seyn. Er besteht aus einer gläsernen Röhre, welche Quecksilber enthält. Das obere Ende derselben erweitert sich zu einer kleinen Kugel, das untere ist etwa 2 bis 3 Zoll hoch wieder aufwärts gebogen. Die Quecksilbersäule in der Röhre wird durch den Druck der Luftsäule getragen, die auf dem offenen Ende der Röhre ruht. Auf der Oberfläche des Quecksilbers befindet sich dort ein gläserner Schwimmer, der an eine Schnur befestigt ist, welche über eine Winde geht und durch ein Gewicht balancirt wird. Je nachdem sich das Gewicht auf- und abwärts bewegt, dreht es die Achse der Winde und den an derselben angebrachten Zeiger, welcher auf einem in Grade getheilten Kreise die Veränderung in der Höhe der Quecksilbersäule und zwar mit der größten Genauigkeit angibt.

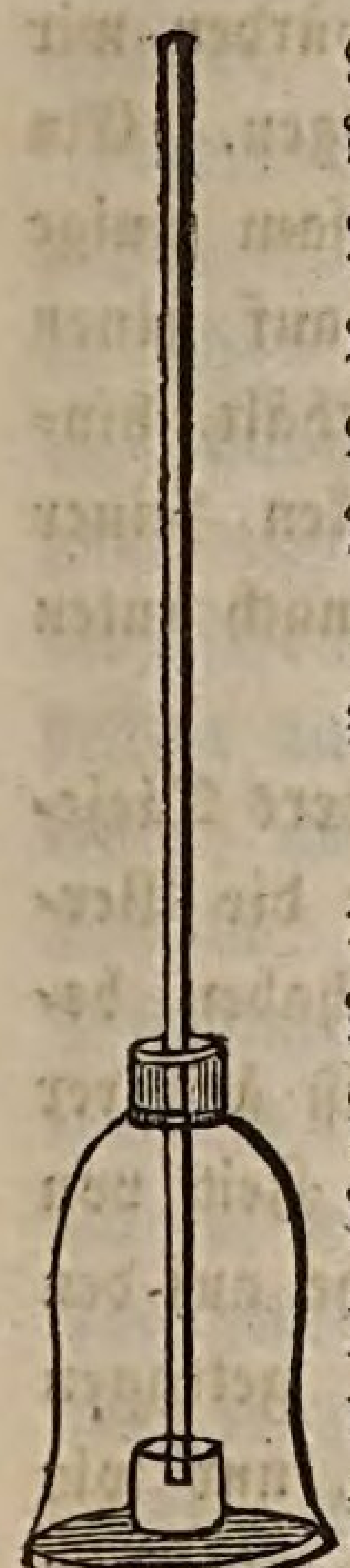
Pascal's Experiment mußte darauf hinweisen, daß man den Barometer zu Messung von Höhen gebrauchen könne, und er ist daher auch seither von den Naturforschern zu diesem Zwecke benützt worden. Anfangs zeigten sich bedeutende Schwierigkeiten, und es ergaben sich bei den Resultaten der Experimente viele Irrthümer, die sich die Beobachter nicht erklären konnten. Aber de Luc entdeckte später, daß der größte Theil dieser Fehler dem Umstande zuzuschreiben seyn dürfte, daß man die verhältnißmäßige Dehnbarkeit des Quecksilbers und der Luft nicht in Betracht gezogen hatte; denn eine Temperatur, welche die letztere bedeutend ausdehnen würde, könnte vielleicht noch gar keinen Einfluß auf das erstere haben.

Wäre die Dichte der Atmosphäre überall dieselbe, so würde die Messung der Höhen durch den Barometer höchst einfach seyn. Man hat nämlich durch Versuche gefunden, daß, wenn der Barometer 32° Fahren-

heit zeigt, und das Quecksilber des Barometers auf 30″ steht, es etwa um $^1/_{10}$″ fällt, wenn es nach einer Höhe von 87 Fuß gebracht wird. Wäre nun die Dichtigkeit überall gleich, so brauchte man nur 87 mit derjenigen Anzahl von $^1/_{10}$ Zollen zu multipliciren, um welche das Quecksilber gefallen wäre, und man würde die Höhe in Fußen ausgedrückt haben. Allein die Dichte der Atmosphäre ist nicht überall gleich, und darnach vermehrt sich auch die Schwierigkeit der Aufgabe. Es erschien daher so nothwendig, eine sichere Messungsmethode aufzustellen, daß sie die Aufmerksamkeit vieler bedeutenden Naturforscher auf sich zog, und der Reisende kann jetzt mit Hilfe vorbereiteter Tabellen die Höhe eines jeden Punktes über der Meeresfläche durch den Barometer eben so genau bestimmen, wie er seine horizontale Entfernung von irgend einem Punkte nach den gewöhnlichen Regeln der Trigonometrie berechnet. Das auf dem Puy de Dome unter der Leitung Pascal's gemachte Experiment kann ohne Weiteres von Jedem wiederholt werden, der eine Luftpumpe und einen gewöhnlichen pneumatischen Apparat besitzt.



Tragbarer Barometer.



Wenn eine nicht unter 30″ lange Barometerröhre (s. neben) mit Quecksilber gefüllt und in eine Schale gebracht wird, welche dasselbe Metall enthält, so wird das in der Röhre enthaltene Fluidum augenblicklich bis zu der Höhe fallen, worin es genau den Druck einer Luftsäule im Gleichgewicht erhalten kann. Wird jedoch die Schale, in welcher die Quecksilberröhre steht, unter den Recipienten einer Luftpumpe gebracht, so wird die Quecksilbersäule in dem Maaße an Höhe abnehmen, als der Prozeß der Ausleerung vor sich geht; und ließe sich ein vollkommen

luftleerer Raum erzeugen, so würde sich das in der Röhre enthaltene Quecksilber ganz in die Schale ausgießen

Der Druck der Atmosphäre auf die Oberfläche der Erde und auf alle Körper ist kein unwichtiges Element, wenn man den direkten Einfluß desselben auf organische Wesen und auf die Erzeugnisse, welche zur Befriedigung menschlicher Bedürfnisse insbesondere erforderlich sind, in's Auge faßt.

Die Erde zeigt sich durch ihren Bau und ihre natürliche Einrichtung wesentlich als ein für organisirte Wesen bestimmter Wohnort; und es gibt vielleicht kein Gesetz der Materie, und keine den Kreislauf gewisser Erscheinungen bezweckende Einrichtung, die nicht einen mehr oder weniger direkten Einfluß auf die Bedürfnisse und das Glück der animalischen Wesen übte. Ein Mensch von mittlerer Größe erleidet von Außen einen Druck von etwa 14 Tonnen; und weit entfernt, ihn niederzudrücken, ist derselbe vielmehr durchaus nothwendig zu seiner Existenz. Denn indem er dem Druck der Fluiden im Körper nach Außen widersteht, verhindert er, daß die Gefäße, welche jene enthalten, sich ausdehnen oder springen. Im Jahr 1783 erstieg Graf Zambeccari in einem Ballon eine solche Höhe und gerieth in eine so verdünnte Atmosphäre, daß ihm Hände und Füße bedeutend aufschwollen. Viele Reisende haben an heftigem Nasenbluten gelitten, wenn sie den Gipfel sehr hoher Gebirge erstiegen, und Alle empfinden ein sehr unangenehmes und beschwerliches Gefühl der Ausdehnung Wir fühlen die Last nicht, welche wir tragen, weil sie auf alle Theile unseres Körpers gleich wirkt. Wäre es nicht so, so würden wir von der Bürde erdrückt werden, die wir jetzt unbewußt tragen. Ein Mensch streckt seine Hand aus und weiß nicht, daß er gleichsam einige 100 Pfund Gas trägt; legt er aber die Fläche seiner Hand auf einen offenen Recipienten und wird ein Theil der Luft, die derselbe enthält, hinweggenommen, so empfindet er augenblicklich eine auf den Rücken seiner Hand drückende Kraft, weil diejenige Kraft, welche jenen Druck nach unten vorher aufhielt oder bekämpfte, nunmehr entfernt ist

Es wird jetzt nicht auffallend erscheinen, daß wir und besonders Diejenigen, welche eine schwache oder nervöse Constitution haben, für die Veränderungen in der Atmosphäre sehr empfindlich sind. Einige haben behauptet, der animalische Körper stehe nicht unter dem Einfluß äußerer Ursachen; allein ohne die Gewohnheiten mancher Thiere zur Zeit von Wetterveränderungen, noch die Krankheiten hier anzuführen, welche auf den Schwingen des Windes von einer Gegend nach einer andern getragen werden, dürfen wir ja nur das Gesicht des Menschen betrachten, und wir werden finden, daß es ein unfehlbarer Barometer ist. Prüfen wir nur

unsere eigenen Empfindungen: durch die kühle und trockene Luft eines schönen Frühlingsmorgens fühlen wir uns erregt und gestärkt, durch die nasse und trübe Luft eines traurigen Wintertages entnervt und niedergedrückt. Diese Wirkungen sind ohne Zweifel einigermaßen den electrischen Veränderungen zuzuschreiben, aber gewiß auch theilweise der Veränderung im atmosphärischen Druck. Und wenn wir bedenken, daß derselbe im Laufe weniger Stunden um eine halbe Tonne in Beziehung auf den menschlichen Körper wechseln kann, so werden wir uns über die Resultate, welche daraus folgen, nicht mehr wundern. Die Structur der Vegetabilien verdankt vielleicht dem äußeren Luftdruck eben so viel, wie die der animalischen Körper; denn wäre er aufgehoben, so würden die Gefäße nicht im Stande seyn, die Fluiden zu fassen, welche in ihnen circuliren. Wenn wir einen vertrockneten Apfel unter den Recipienten einer Luftpumpe bringen und die Luft herauspumpen, so wird er zuerst bis zu seiner natürlichen Größe aufschwellen, wie wenn er frisch vom Baume gepflückt worden wäre; sodann wird seine äußere Hülle aufbersten und seine Säfte werden ausströmen. Dasselbe Resultat würde erfolgen, wenn das erhaltende Naturprinzip, der atmosphärische Druck, entfernt würde.

Der Druck der Luft erfüllt noch einen andern wichtigen Zweck, indem er verhindert, daß die Flüssigkeiten unter einer sehr niedern Temperatur sieden. Es ist eine bekannte Sache, daß das Wasser auf hohen Bergen bei einer geringeren Erhitzung, als im Niveau des Meeres dazu erforderlich wäre, siedet, und dieß geschieht, weil es einen geringeren Druck erleidet. Das Wasser muß zu einer Temperatur von 80° R. gesteigert werden, bis es siedet, wenn nämlich das Experiment in einer gewöhnlichen Höhe gemacht wird. Auf dem Gipfel des Montblanc jedoch wurde es schon mit 70° R. zum Sieden gebracht. Dr. Franklin erfand ein sehr hübsches Instrument, das er Pulsglas nannte, und wodurch gezeigt wird, daß Flüssigkeiten, wenn sie des atmosphärischen Drucks beraubt werden, schon bei einer sehr niedern Temperatur sieden. Dieses Instrument besteht aus einer luftleeren gläsernen Röhre mit einer hohlen Kugel an jedem Ende, und enthält eine geringe Quantität Weingeist. Wenn diejenige der Kugeln, welche das Fluidum enthält, in die Hand genommen und das Instrument dabei etwas geneigt wird, so wird die Wärme der Hand hinreichend seyn, um den Weingeist sieden zu machen, und der ausgestoßene Dampf wird sich am entgegengesetzten Ende verdichten. Wäre kein atmosphärischer Druck vorhanden, so würden viele Fluiden, die jetzt flüssig sind, bei gewöhnlicher Temperatur in Dampf aufgehen, und der Siedpunkt anderer würde so weit herabgebracht werden, daß eine sehr geringe Vermehrung der fühlbaren Wärme sie in Dämpfe verwandeln würde.

Der Luftdruck als bewegende Kraft.

Die Beobachtung des Drucks der Atmosphäre hat neuerdings eine sehr sinnreiche Erfindung in's Leben gerufen: die sogenannte atmosphärische Eisenbahn. Ihre Einrichtung beruht auf demselben Prinzipe, nach welchem das Wasser in Brunnen und das Quecksilber in der Glasröhre des Barometers steigt. Wird nämlich die in einer Röhre eingeschlossene Luft vor einem festanschließenden Körper mittels der Luftpumpe verdünnt (da eine totale Entfernung der Luft bei einer längeren Röhre nicht wohl denkbar ist), so wird die hinter dem Gegenstande einwirkende atmosphärische Luft mit ihrer vollen Wucht von fast 19 Centnern auf den Quadratfuß auf ihn drücken und ihn somit forttreiben. — Die Art und Weise, in welcher dieses Prinzip auf die atmosphärische Eisenbahn Anwendung gefunden hat, ist folgende: In der Mitte zwischen den Schienen der Bahn läuft eine gußeiserne Röhre von 45 Centmetres Durchmesser, welche in ihrer ganzen Länge oben gespalten ist; in der Röhre bewegt sich, luftdicht anschließend mit sanfter Reibung, ein Kolben oder Piston, bestehend aus einem gußeisernen Cylinder mit zwei Lederstulpen; durch den Spalt geht ein Stengel, mittels dessen der Kolben an einen Wagen befestigt ist, welchen er bei seiner eigenen Bewegung mitbewegt. Das Auspumpen der Luft vor dem Kolben geschieht durch eine feststehende Dampfmaschine, welche mit einer Luftpumpe von größerem Maaßstab in Verbindung gesetzt ist und sich am einen oberen Ende der Bahn befindet. Die Spalte wird durch eine längs laufende lederne Klappe verschlossen, welche oben und unten mit Eisen beschlagen ist, um dem atmosphärischen Drucke widerstehen zu können. Der über sechs Metres lange Kolben ist mit Rädern oder Galets versehen, welche die Klappe heben, um der Verbindungsstange Durchgang zu lassen. Da wo sich der Kopf oder Cylinder des Kolbens befindet, schließt derselbe die Röhre hermetisch, da die hinter ihm durch die geöffnete Klappe einströmende atmosphärische Luft die Lederstulpen des Kopfes hart an die Seitenwände andrückt. Sobald der Stengel passirt ist, schließt sich die Klappe wieder und ein gewichtiges Rad, welches darüber läuft, bewirkt ihre Wiedervereinigung mit der Röhre; ein Gemeng aus Wachs und Talg, welches ein mit Kohlen erwärmter Cylinder, der hinderdrein läuft, flüssig erhält, verkittet die Oeffnungen wieder, und macht die Röhren bis zur nächsten Fahrt wieder luftdicht. — Der pneumatische Apparat vor dem Kolben kann natürlich die Luft der Treibröhre nicht ganz aussaugen, aber doch so wesentlich verdünnen, daß der Luftdruck vor dem Kolben nur 2½ Pfund auf den Quadratzoll, der Druck der atmosphärischen Luft hinter dem Kolben aber 15 Pfund auf den Quadratzoll beträgt.

Der erste Anstoß zu der atmosphärischen Eisenbahn geschah im Jahre 1834 durch Pinkus, dessen Bemühungen und Versuche aber nicht den gewünschten Erfolg hatten. Später griffen die Herren Clegg und Samuda die Sache von Neuem an, und in England sind bereits mehrere kleinere Bahnen, zum Theil mit bedeutenden Steigungen, Krümmungen und anderen Terrainschwierigkeiten durch die neue Triebkraft in Bewegung gesetzt. So wird der Ausspruch Lord Brougham's, daß die Eisenbahnen und Dampfmaschinen „die Triumphwagen des menschlichen Genie's" seyen, nun wieder auf's Neue gerechtfertigt, und uns ein neuer Beweis von den zahllosen Gaben der göttlichen Allgüte in den Kräften und Eigenschaften der Natur gegeben. —

Ausdehnung der Atmosphäre.

Nachdem wir die chemische Beschaffenheit der atmosphärischen Luft erklärt, und ihre physikalischen Eigenschaften, so wie ihren Einfluß in Masse auf die allgemeine Beschaffenheit der Materie und auf die der organischen Körper im Besondern erläutert haben, können wir nun zu der Frage übergehen: bis zu welcher Höhe sich die Atmosphäre wahrscheinlicherweise erstrecke? Es ist bereits gesagt, daß sich der Druck der Atmosphäre in demselben Verhältniß vermehre, wie die Erhebung über die Meeresfläche abnehme. Diese Abnahme der Dichtigkeit geschieht bei gleichen Aufsteigungen in einer geometrischen Progression, d. h. in einer Höhe von einer deutschen Meile würde die Dichte nur halb so groß seyn als am Meeresufer; bei 2 Meilen $^1/_4$; bei 4 Meilen $^1/_8$ und so fort, so daß in der Höhe von 3 Meilen der Druck der aufliegenden Luft nur eine Quecksilbersäule von einem Zoll tragen könnte. Es ist daher klar, daß der größere Theil der Atmosphäre innerhalb jener 3 Meilen von der Erdoberfläche aufwärts liegen muß, und doch nimmt man an — und man darf diese Annahme als hinreichend erwiesen betrachten — daß die Höhe der Atmosphäre höchstens 30 geographische Meilen beträgt; in einer solchen Höhe ist die Luft schon $^1/_4$ Billionenmal dünner als an der Erdoberfläche.

Es stellten Einige die Ansicht auf, die Atmosphäre habe keine Grenzen, sondern sey in einem Zustand außerordentlicher Verdünnung durch den ganzen Raum verbreitet. Wenn aber der Raum mit einer Atmosphäre gefüllt wäre — möchte ihre Verdünnung auch noch so groß seyn — so müßten auch alle Planeten Atmosphären haben; denn diese Körper würden vermöge ihrer Anziehungskraft einen Theil des flüssigen Mediums um sie ansammeln, das dann mit seiner Annäherung an ihre Oberfläche an Dichtigkeit zunehmen würde. Wir sehen jedoch, daß einige Planeten

keine Atmosphäre haben, und deßhalb kann sich auch die, welche die Erde umgibt, nicht durch den ganzen Raum ausdehnen.

Allein dieser Annahme kann man noch einen andern Einwurf machen, weil sie dem bekannten Einfluß der Kräfte, von welchen die Materie beherrscht wird, widerspricht. Da die Dichtigkeit der Atmosphäre, in Folge der Verminderung des Drucks, mit ihrer Höhe über der Erdoberfläche abnimmt, so muß es einen Punkt geben, wo die Elasticität der Luft und die Schwerkraft einander gleich sind, und dort muß die Atmosphäre aufhören.

Ein weiterer Beweis zu Gunsten der Begrenzung der Atmosphäre ließe sich aus einer Betrachtung der elementarischen Beschaffenheit der Materie ziehen. Die Substanzen sind Verbindungen von Urtheilchen, die in bestimmten Verhältnissen zusammengesetzt sind. Die Atmosphäre muß daher eine Grenze haben, d. h. eine Schichte von Urtheilchen, jenseits welcher wir ihre Existenz nicht annehmen können, ohne ihr hypothetische Eigenschaften beizulegen.

Da wir den durch eine Säule atmosphärischer Luft ausgeübten Druck kennen, so haben wir dadurch ein Maaß, um ihre Ausdehnung zu berechnen. Wäre die Dichtigkeit überall dieselbe, so würde dieß eine sehr leichte Aufgabe seyn. Denn wenn wir einmal das Gewicht einer Luftsäule von irgend einer Ausdehnung, so wie das Gewicht einer Wassersäule von derselben Ausdehnung berechnet hätten, so könnten wir durch eine einfache Gleichung die Höhe der Atmosphäre finden. Da aber die Verdünnung mit der Höhe zunimmt, so ist die Bestimmung ihrer Höhe eine verwickelte und schwierige Aufgabe. Sie kann jedoch annäherungsweise nach einer andern Methode gelöst werden. Es ist bekannt, daß die Dämmerung ein Phänomen ist, das aus der Brechung und Widerspiegelung des Sonnenlichts, nachdem der Lichtkörper unter den Horizont hinabgestiegen ist, entspringt. Nun ergibt sich aus den von Dr. Wollaston gemachten Berechnungen, die auf das bekannte Gesetz der abnehmenden Dichte begründet sind, daß sich in einer Höhe von etwa 16 bis 18 Meilen noch Atmosphäre befindet, und zwar in einem solchen Zustand, daß sie auf die Richtung des Lichtes einen Einfluß übt. Wenn wir nun ihre Ausdehnung nach der Dauer unserer Dämmerung berechnen, so werden wir ungefähr zu demselben Resultat gelangen. Man hat auch berechnet, daß sie im Stande wäre, den Schall noch in einer Höhe von 27 Meilen fortzupflanzen. So weit erstreckt sich die Atmosphäre und nicht weiter, obwohl es fast unmöglich ist, einen solchen Ausdruck in dieser Beziehung auf sie anzuwenden; doch gibt es Methoden, nach welchen wir uns mit ihrer Existenz und ihrer Beschaffenheit innerhalb gewisser Grenzen bekannt machen können.

Angemessenheit der Atmosphäre für das Leben der Geschöpfe.

Bei der Betrachtung der angeführten Grundsätze und Erscheinungen haben wir ein besonderes Interesse, die Anpassung derselben an die physischen oder intellectuellen Bedürfnisse der Geschöpfe ins Auge zu fassen. Die Sinne sind eben so gut fähig, die Mittel zu schmerzlichen wie zu angenehmen Empfindungen zu werden, und nur eine bewunderswürdige Vorkehrung äußerlicher Fähigkeiten bewahrt uns vor jenen Verletzungen der Sensibilität, denen wir vermöge unserer Constitution unterworfen sind. Selbst die Fähigkeiten zum Genuß, welche der Mensch und die niedrigern Geschöpfe besitzen, würden zum Fluche geworden seyn, wenn die äußere Natur nicht in Uebereinstimmung mit denselben gewesen wäre. Anstatt der elastischen und belebenden Gefühle, mit denen wir jetzt der Natur in's Angesicht schauen, hätte sie eine Quelle beständiger Plage für uns seyn können; und so hätten gerade diejenigen Eigenschaften, welche den Menschen auszeichnen, dazu dienen können, seine Leiden und Uebel zu vermehren. Aber durch die Vorkehrungen des Schöpfers ist der Mensch nicht nur zum Leben bestimmt, sondern auch zu einem Leben voll nützlicher Vergnügungen, einem Leben, in dem sich doppelte Genüsse, die des Geistes und die der Sinne, mit seinen schwersten Mühseligkeiten verweben. Er säet und pflanzt zur Befriedigung seiner Bedürfnisse; dabei aber gewährt es ihm ein geistiges Vergnügen, die Resultate seiner Thätigkeit zu beobachten und zu berechnen, während zugleich Blätter und Blüthen seine Sinne erfreuen und die Frucht seinen Geschmack ergötzt. Dieß sind die Folgen von der Symmetrie im Plane, und wir können uns kaum vorstellen, welch' eine große Unordnung, welch' mächtige Mißverhältnisse aus einer Veränderung in einem einzigen großen Grundprinzipe, wie z. B. in der Beschaffenheit der Atmosphäre, entstehen würden.

Wir haben bereits erwähnt, die Atmosphäre sey geeignet, dem Auge Licht zuzuführen, was nicht nur zur Hervorbringung jener angenehmen Empfindungen, welche die äußere Natur uns bieten kann, sondern auch deßhalb nothwendig ist, damit die Geschöpfe im Stande sind, ihre Nahrung zu finden und sich vor denjenigen Feinden oder Gefahren zu schützen, denen sie besonders ausgesetzt sind. Es ist allerdings wahr, daß die Animalien schon mit Eigenthümlichkeiten in der Bildung des Auges ausgestattet sind, welche sie in den Stand setzen, den besonderen Zweck ihres Daseyns zu erfüllen; wie aber auch diese Eigenthümlichkeiten beschaffen seyn mögen, immerhin gibt es noch gewisse äußere Eigenschaften und Fähigkeiten, welche allen Thieren gemeinsam eigen sind, und die nur einzelne Erläuterungen desselben großen Prinzips bilden. Man mag uns den Vorwurf der Abschweifung machen, aber wir können uns un-

möglich das Vergnügen versagen, ein einzelnes Beispiel herauszuheben. Nehmen wir den Geier als den Typus der ganzen Klasse von Thieren, zu der er gehört, so können wir z. B. aus dem, was wir von seinen Gewohnheiten wissen, auf ein eigenthümlich construirtes Gesicht schließen. Weil er sich gewöhnlich in hohen Regionen über der Erde aufhält, muß er nothwendig die Fähigkeit haben, Gegenstände aus großer Entfernung zu erblicken, und da der Abstand zwischen der Spitze seines Schnabels und dem Auge klein ist, so müßte er auch die Fähigkeit haben, nahliegende Gegenstände wahrzunehmen. Diese beiden Fähigkeiten besitzt er denn auch in sehr hohem Grad, indem er nicht nur im Stande ist, von einer Höhe aus, wo der Vogel selbst dem menschlichen Auge kaum sichtbar ist, den Theil eines Aases heraus zu suchen, von welchem er eben fressen will, sondern auch gerade auf diesen herabzustürzen. Er muß daher mit einem eigenthümlich construirten Auge und der Fähigkeit ausgerüstet seyn, dasselbe jeder erforderlichen Entfernung anzupassen. Aber dieses Auge, so wunderbar es auch geformt ist, würde vollkommen nutzlos seyn, wenn nicht ein Medium da wäre, durch welches das Licht mit einer gewissen Kraft demselben zugeführt werden könnte.

Die Luft ein Leiter des Schalls.

Noch eine andere Anpassung der Atmosphäre an die Bedürfnisse des Menschen verdient hier unsere Aufmerksamkeit. Die Luft ist ein Schall-Leiter. Der Gehörsinn ist nicht so weitreichend, als der Gesichtssinn, aber er ist Menschen und Thieren von hoher Wichtigkeit, indem er ihnen eine große Annehmlichkeit, ein Mittel zur Entdeckung naher Gefahr und die Fähigkeit, sich Gedanken und Gefühle mitzutheilen, gewährt. Die Gewohnheit setzt uns in Stand, Orte und Gegenstände durch den Schall zu unterscheiden, eine Fähigkeit, die sich die Thiere eben so gut erwerben, wie die Menschen. Für Wesen, welche bei ihrer Fähigkeit zur Bewegung der Vernichtung oder Verletzung weit mehr ausgesetzt sind, als diejenigen, welche beinahe oder ganz an denselben Fleck gebannt sind, ist dieß kein geringes Hilfsmittel. Es ist nicht bloß eine spekulative Ansicht, sondern das Resultat langer Beobachtung, daß die größere oder geringere Schnelligkeit der Empfindung, bestehe dieselbe nun im Hören, Sehen oder etwas Anderem, sich nach den Bedürfnissen und Feinden des Geschöpfes richtet. Von allen Sinnen sind jedoch Gesicht und Gehör zur Bewahrung des Lebens die wichtigsten, und wenn das Gesicht der umfassendste Sinn ist, so ist das Gehör wenigstens derjenige, welcher am besten dazu taugt, seine Stelle zu ersetzen.

Drei Dinge sind nothwendig, um die Empfindung des Schalles her-

vorzubringen: ein tönender Körper, ein Organ des Gehörs und ein Medium, durch welches der Schall von dem Einen zum Andern getragen wird. Diesem Letztern widmen wir hier unsere besondere Aufmerksamkeit. Die Luft ist der gewöhnliche, doch nicht der einzige Schallleiter. Hauksbec entdeckte, daß in einem luftleeren Raum kein Schall hervorgebracht werden könnte; denn als er eine Glocke in den Recipienten einer Luftpumpe hängte, fand er, daß der Ton schwächer und schwächer klang, je mehr die Luft verdünnt wurde, und am Ende gar nicht mehr zu vernehmen war. Wenn im Gegentheil die Luft in einem Recipienten verdichtet wird, so ist die Stärke des Tons größer, als in einer Luft, welche die auf der Oberfläche der Erde gewöhnliche Dichtigkeit hat: ein Umstand, der all denen wohl bekannt ist, die in einer Taucherglocke hinabgestiegen sind.

Diese Facta werden ein Phänomen erklären, das Gebirgsreisenden eine vertraute Erscheinung seyn wird. In Folge der sich steigernden Verdünnung der Atmosphäre oberhalb der Oberfläche der Erde muß nämlich der Ton, wofern die eben aufgestellten Sätze wahr sind, nothwendig in dem Verhältnisse schwächer werden, als wir uns über die Oberfläche des Meeres erheben. Saussure erzählt, daß eine auf der Spitze des Montblanc abgefeuerte Pistole keinen stärkeren Laut von sich gab, als ein am Fuße des Gebirges abgebrannter Schwärmer. Die Einsamkeit und Stille der Gebirge ist in der That so wohl bekannt, daß sie zum Sprichwort geworden ist, und ihre Entblößung von animalischem Leben genügt demnach nicht, um diese Erscheinung zu erklären.

Obwohl die Stärke des Schalls durch die Verdünnung des Mediums vermindert wird, so pflanzt sich der Schall doch nach Höhen fort, die man als außerhalb der Grenzen der Atmosphäre gelegen annimmt. Der Schall, den die Explosion des Meteors vom Jahr 1719 hervorbrachte, kam dem einer großen Kanone gleich, obschon er in einer Höhe von 27½ Meilen Statt fand. Das große Meteor von 1783, dem man einen Durchmesser von einer Viertelstunde und eine Schnelligkeit der Bewegung von acht Meilen in der Sekunde beimaß, brachte einen deutlichen, rasselnden Ton hervor, ungeachtet es sich zur Zeit seiner Explosion in einer Höhe von 20 Meilen befand. Diese Vorgänge beweisen, daß der Schall durch ein elastisches Fluidum geleitet werden kann, selbst wenn sich dieses in einem so sehr verdünnten Zustande, als dieß in solchen Höhen der Fall seyn muß, befindet; sie sagen uns ferner, daß sich ein solches Fluidum noch jenseits der Grenze befinden muß, innerhalb welcher die Atmosphäre die Fähigkeit besitzt, die Lichtstrahlen zu brechen.

Die Stärke des Schalls und die Entfernung, in welcher er gehört werden kann, richten sich in hohem Grad nach dem Zustand der Atmo-

sphäre. Nebel, Regen und Schnee stören den Durchgang des Schalls, welchen Umstand wohl Jedermann beobachtet haben wird. Eine klare, kalte Atmosphäre ist günstig für die schnelle und vollkommene Leitung des Schalls, besonders wenn derselbe über einen Wasserspiegel oder über Eis getragen wird. Wir erinnern uns, häufig an kalten Winterabenden einer Militärmusik zugehört zu haben, deren Töne von einer ziemlichen Entfernung her sanft über die ruhigen Wasser getragen wurden. Töne sind auch bei Nacht vernehmlicher, als bei Tag. Die Stille, welche während der Nacht überall vorherrscht, mag uns allerdings für schwache Töne empfänglicher machen, als das Geräusch und Leben des Tags; doch ist noch ein anderer Grund für dieses Phänomen vorhanden. In der Nacht herrscht nämlich auch eine größere Gleichförmigkeit in der Beschaffenheit und Dichte der Atmosphäre; denn all die aufsteigenden erwärmten Luftströme, die der Einwirkung der Sonnenstrahlen ihren Ursprung verdanken, hören mit der Wirkung der Kraft auf, welche sie ins Daseyn rief. Ein unregelmäßiges Medium hat einen großen Einfluß auf die Störung und Dämpfung des Tons, und demzufolge werden die Töne bei Nacht mit größerer Leichtigkeit weiter geleitet, als wenn sich die Sonne am Horizont befindet.

Man hat Töne bisweilen in einer sehr großen Entfernung gehört. Lieutenant Forster behauptet, er habe über den Hafen von Port Bowen, in der Nordsee, hinüber, was eine Entfernung von einer halben Stunde beträgt, mit einem Manne gesprochen. Kanonen, die in Carlskrona abgefeuert wurden, hörte man, wie Derham behauptet, durch das ganze südliche Ende von Schweden bis nach Dänemark hinüber. Das merkwürdigste Beispiel, das wir kennen, ist jedoch das von Sir Stamford Raffles angeführte, welcher erzählt, daß das mit dem großen Ausbruch des Tomboro im Jahr 1815 verbundene Geräusch in Sumatra, also in einer Entfernung von 970 engl. Meilen, gehört worden sey.

Ueber die Schnelligkeit der Bewegung des Schalles in der Luft hat man zu verschiedenen Zeiten und an verschiedenen Punkten Versuche gemacht. Die durch die früheren Physiker erlangten Resultate waren jedoch alle mehr oder weniger ungenau, weil es ihnen an Instrumenten fehlte, die selbst die gehörige Genauigkeit besaßen, um die Zeit zu bemessen, welche zwischen der Erzeugung des Schalls und seiner Wirkung auf eine Person in der Ferne verstrich. Ein weiterer Grund zum Irrthum war die Nichtbeachtung des Einflusses des Windes; denn es ist erwiesen, daß der Schall mit einer geringeren Geschwindigkeit weiter gefördert wird, wenn der Wind in einer der Richtung des Schalles entgegengesetzten Direktion bläst; weht dagegen der Wind in derselben Richtung, so wird auch die Schnelligkeit erhöht.

Die neueren Naturforscher haben diese beiden Quellen des Irrthums glücklich vermieden, denn sie besaßen erstens genauere Instrumente und wählten zweitens eine Zeit, wo die Luft ruhig war, oder gaben dem Schall eine Richtung, die mit der des Windes einen rechten Winkel bildete.

Aber die Hauptschwierigkeit besteht in der genauen Maaßbestimmung des für die Uebertragung des Schalls von einem Ort nach einem andern erforderlichen Zeitraums. Die genauesten Versuche, welche hierüber angestellt wurden, sind die von Moll und Vanbeck im Jahr 1822, und die der französischen Akademiker in demselben Jahr. Die holländischen Gelehrten bedienten sich bei ihren Versuchen einer Uhr, die so construirt war, daß ihr Zeiger zu jeder Zeit gehemmt werden konnte, ohne daß der Mechanismus deßhalb stehen bleiben mußte. Durch dieses Instrument ließ sich die Zeit bis auf den $^1/_{100}$ Theil einer Sekunde messen. Die Franzosen gebrauchten eine Uhr von sehr sinnreicher Einrichtung, welche wie eine gewöhnliche Uhr mit zwei Zeigern versehen war; der eine von diesen drehte sich jede Sekunde einmal um das Zifferblatt, und konnte, ohne anzuhalten, zu jeder beliebigen Zeit auf das Zifferblatt gedrückt werden, woselbst die an seiner Spitze angebrachte, mit Druckerschwärze versehene Punktirfeder einen Punkt hinterließ, der für immer sichtbar blieb. Mittels ihrer Experimente entdeckte man, daß die Luft, wenn sie trocken und die Temperatur am Gefrierpunkte ist, den Schall in einer Geschwindigkeit von 1090 Fuß in der Sekunde fortleitet.

Andere Gase haben ebenfalls die Eigenschaft, den Schall weiter zu leiten; allein sie thun dieß mit sehr verschiedener Geschwindigkeit und, was noch seltsamer ist, auch die Stärke ändert sich mit dem Medium. Im Wasserstoffgas geht der Ton beinahe völlig unter, im kohlensauren und Sauerstoffgas ist er lauter als in der Luft. Athmet man Wasserstoff ein, was eine kurze Zeit lang, doch nicht ohne Gefahr, geschehen kann, so wird die Stimme geschwächt, aber zugleich kreischend. Dieß rührt daher, daß Wasserstoffgas um ein Beträchtliches leichter und somit auch dünner ist, als die atmosphärische Luft, während Sauerstoffgas und kohlensaures Gas bedeutend schwerer und somit auch dichter sind, als diese, und dichtere Körper bekanntlich bessere Schallleiter sind. Wenn eine gleiche Quantität dieses Gases und gewöhnlicher Luft mit einander vermischt werden, so ist die Stärke des Schalls nicht größer, als sie in einem Recipienten seyn würde, in dem die eingeschlossene Luft nur die Hälfte ihrer gewöhnlichen Dichtigkeit hat. Dieses Resultat entspringt aus der großen Verschiedenheit der Geschwindigkeit, womit diese beiden Gase den Ton weiter leiten. Das eine verbreitet ihn weit schneller als das andere, und da die Theilchen

beider im ganzen Raum unter einander vermischt sind, so wird der Schall auf dieselbe Weise gehemmt und erstickt, wie wenn bei nebeligtem Wetter Wasserdünste durch die Atmosphäre verbreitet sind. Obwohl aber die atmosphärische Luft selbst ein gemischtes Gas ist, sind doch die Geschwindigkeiten, womit Töne in derselben geleitet werden, einander beinahe so gleich, daß wenig oder keine Störung Statt findet. Dieser Umstand liefert uns einen neuen und sehr interessanten Beweis davon, daß die Atmosphäre den Bedürfnissen der belebten Wesen angepaßt ist.

Man darf jedoch aus den voranstehenden Bemerkungen nicht schließen, daß eine elastische Flüssigkeit zur gehörigen Leitung des Schalls wesentlich nothwendig sey. Sowohl flüssige als feste Körper besitzen diese Fähigkeit, jedoch in einem sehr verschiedenen Grade. Durch viele Versuche hat man dargethan, daß der Schall auch durch das Wasser geleitet wird. Die Fische besitzen ohne Zweifel den Gehörsinn, und Taucher haben einen sehr scharfen Eindruck von den Tönen, die im Wasser hervorgebracht werden, obwohl dieselben, wenn sie in der Atmosphäre erzeugt werden, durch ihren Uebergang in ein neues Medium geschwächt werden. Aus Colladon's Untersuchungen über die Geschwindigkeit des Schalls im Wasser geht hervor, daß derselbe in einer Sekunde einen Raum von 4708 Fuß durchläuft. Auch alle festen elastischen Körper, wie Glas, Stahl und Metalllegirungen, sind gute Leiter. Doch muß der leitende Körper nothwendig homogen seyn, sonst wird der Ton erstickt; ebenso darf jener nicht unterbrochen werden.

Die Art und Weise, wie der Schall von dem tönenden Körper nach dem Ohre geleitet wird, läßt sich nur vermittelst eines mathematischen Raisonnements vollständig verstehen, was offenbar nicht hieher gehören würde. Es dürfte uns jedoch vielleicht gelingen, durch eine kurze Verbalbeschreibung eine Idee davon zu geben. Wenn ein Körper tönt, so befindet er sich in einem Zustand der Schwingung. Wir sehen, wie eine Schnur von einem Ende nach dem andern vibrirt, und häufig wird eine Schwingung von Körpern, die wir nicht sehen, wenigstens gefühlt. Diese Schwingungen theilen sich der Luft mit, und werden durch sie nach dem Ohre geleitet. Aber nicht jede in der Luft hervorgebrachte schwingende Bewegung ist eine Quelle des Schalls, sondern sie muß durch eine elastische Substanz hervorgerufen seyn. Newton war der erste, der den Prozeß, nach welchem diese Schwingungen hervorgebracht werden, d. h. die abwechselnde Verdichtung und Verdünnung der mit dem schwingenden Körper in Berührung stehenden Luft, erforschte. Wir können uns ein Bild von der auf die Luft hervorgebrachten Wirkung machen, wenn wir uns diejenige denken, welche ein in ruhiges Wasser geworfener Stein erzeugt.

Jeder Schall, der nach dem Ohre geleitet wird, entsteht durch eine in der Atmosphäre hervorgebrachte Schwingung. Dieser Schall kann entweder ein Geräusch oder eine musikalische Note seyn, und die letztere ist dann nur das Resultat einer regelmäßig und gleichförmig wiederholten Reihe von Schwingungen.

Das Echo.

Die Verhältnisse, unter denen Echo's hervorgebracht werden, bilden einen neuen, mit der Atmosphäre als einem Schallleiter in Verbindung stehenden Gegenstand der Forschung, welcher hier einer Erwähnung verdient. Ein Echo entsteht, wenn irgend ein Ton auf ein Hinderniß stößt, welches so viel Regelmäßigkeit besitzt, um ihn zurück zu werfen. Die Gesetze, welche den Widerhall (Reflexion) des Tons regieren, sind von derselben Natur, wie diejenigen, welche unter ähnlichen Umständen auf das Licht einwirken. Wird der Ton durch eine glatte Oberfläche gehemmt, so wird seine Richtung gerade eine verkehrte seyn; ist das Hinderniß ein concaves, so wird der Ton nach rückwärts zusammenlaufen (convergiren); ist es ein convexes, so wird er auseinander laufen (divergiren). Eine Mauer, die Wände und die Decke eines Zimmers oder öffentlichen Gebäudes können ein Echo hervorbringen. Da aber der Schall mit einer großen Geschwindigkeit lauft und zu seiner Wanderung von einem Theil des Zimmers zum andern keine bemerkbare Zeit braucht, so vermischt sich das Echo so mit dem ursprünglichen Tone, daß sie einen gleichzeitigen Eindruck hervorbringen. In großen Gebäuden kann dieß jedoch nicht Statt finden, und in diesem Falle wird das Echo sehr unbequem. Wir wollen einige der merkwürdigsten Beispiele aus der Natur und Kunst hier anführen.

An den Ufern des Rheins, und zwar am Lurleyfelsen, findet sich ein Echo, das den Ton mehrmals wiederholt, und von den Reisenden häufig beschrieben worden ist. In der Gallerie der St. Paulskirche in London wird das leiseste Geflüster von der einen Seite des Doms nach der andern geleitet. In der Abtei von St. Alban vernimmt man ebenfalls das Picken einer Uhr von einen Ende bis zum andern; im Park von Woodstock ist ein Echo, das bei Tag 17 und bei Nacht 20 Sylben wiederholt. In der Kathedrale von Girgenti in Sicilien hört man ein Echo, welches den Schall von dem großen westlichen Portal nach dem Karniß hinter dem Altar führt. Der Beichtstuhl befand sich ehedem in der Nähe des erstern, und allzu neugierige Personen begaben sich oft nach dem letztern, um Neuigkeiten aufzufangen, bis einmal unglücklicherweise ein Horcher mehr hörte, als ihm lieb war, wodurch das Geheimniß bekannt und der

Beichtstuhl an einen andern Ort versetzt wurde. Am Grabe der Metella, der Frau des Crassus, war ein Echo zu hören, das fünfmal wiederholte. Barthius erzählt uns in seinen Anmerkungen zu der „Thebais" des Statius, daß an den Ufern der Nahe zwischen Coblenz und Bingen ein Echo die Worte des Menschen siebzehnmal wiederhole; und während die Wiederholung der meisten Echo's eine gewisse Zeit nach dem Wort oder der Note der sprechenden oder singenden Person gehört wird, folgen hier die Wiederholungen dem ursprünglichen Ton so schnell, so klar und mit solchen Abwechselungen, daß die Stimme in der Menge der Nachäffungen ganz verloren zu gehen scheint.

In den Zeiten, wo die Menschen sich weniger um die Erforschung der Ursachen der von ihnen gehörten oder gesehenen Erscheinungen bekümmerten, muß das Echo sie besonders in Erstaunen gesetzt haben. Wenn es uns gestattet wäre, unserer Einbildungskraft zu folgen, so dürfte es nicht schwer werden, ein Gemälde von der Verwunderung und Bestürzung zu geben, die den Bewohner der neu bevölkerten Erde ergriff, als er zum ersten Mal die abgebrochenen Sätze, die seinen Lippen entschlüpften, wenn er allein an den Ufern eines Flusses dahin wanderte oder das Wild in den Bergen jagte, von den Felsen nah und fern wiederholt hörte. Es finden sich viele Dinge in der äußern Natur, welche darauf berechnet scheinen, jenes Bewußtseyn einer unsichtbaren Macht zu erwecken, das in jeder Brust wohnt, die nicht ganz von Laster verderbt ist. Die Griechen, deren lebhafte Phantasie sich gerne damit beschäftigte, die natürlichen Erscheinungen zu personificiren, wiesen dem Echo einen Platz unter den Göttern an. Der Leser wird sich dieser Geschichte aus der Mythologie erinnern. Das Echo wird beschrieben als Tochter der Luft und der Erde, als Dienerin der Juno und Vertraute des Jupiter. Aber ihre Geschwätzigkeit mißfiel dem Gotte, und sie ward der Sprache bis zu dem Grade beraubt, daß sie nur noch das Vermögen hatte, Antwort zu geben, wenn man sie ansprach. Pan war ehedem ihr Bewunderer, erfreute sich jedoch niemals ihrer Neigung. Narcissus war der Gegenstand ihrer Wahl; aber er verschmähte sie und sie härmte sich zu Tode, obwohl ihre Stimme noch jetzt auf der Erde gehört wird. Es wird wohl nicht nöthig seyn, die Tendenz und Anmuth dieser Personificirung näher auseinander zu setzen.

Die Erzeugung des Windes ist eine weitere wichtige Frage, die in engem Zusammenhang mit den Eigenschaften der atmosphärischen Luft steht; da diese Erscheinung aber von der Vertheilung der Wärme abhängt, so werden wir besser thun, sie in dem folgenden Kapitel zu erklären.

Viertes Kapitel.

Atmosphärische Erscheinungen, die mit der Vertheilung der Wärme zusammenhängen.

Theorieen der Wärme. — Ausdehnung der Wärme. — Pyrometer. — Thermometer. — Wind. — Passatwinde. — Stürme. — Latente Wärme. — Thauwetter. — Siedpunkt. — Verdunstung. — Hygrometer. — Wolken. — Eintheilung der Wolken. — Regen. — Schnee. — Hagel. — Thau. — Reif. — Dünner Nebel. — Dicker Nebel.

Die neueren Gelehrten haben für nothwendig erachtet, verschiedene Ausdrücke für die Ursachen und Wirkungen der Empfindung zu wählen, welche wir Wärme nennen, und haben derselben, als Thätigkeit betrachtet, den Namen Wärmestoff beigelegt. Die Schwierigkeit, welche die Bestimmung der Natur dieser Thätigkeit darbietet, wird durch die Beilegung eines Namens nicht verringert. Mehrere Schriftsteller halten diesen Unterschied in der Bezeichnung für ganz unnöthig, und es ist gewiß ebensowenig nothwendig, die Ursache und Wirkung der Wärme zu trennen, als dieß beim Licht oder der Electricität der Fall ist. Da aber der richtige Gebrauch der Wörter Wärmestoff und Wärme hie und da eine Verwirrung oder Umschreibung des Ausdrucks verhindern mag, so werden wir das erstere als Ausdruck für die Thätigkeit in all den Fällen gebrauchen, wo ein Mangel an Genauigkeit entstünde, wenn das Wort Wärme gesetzt würde.

Die verschiedenen Meinungen, welche über die Natur des Wärmestoffs entstanden sind, können unter zwei Hauptgesichtspunkte gebracht werden. Einige denken sich denselben als ein materielles Agens von so großer Zartheit und Dünne, daß er unserer Beobachtung entgehe und sein Vorhandenseyn nur durch seine Wirkungen empfunden werde; während Andere ihn als eine Eigenschaft jenes Grundprinzips betrachten, das wir Bewegung

nennen. Wir gehören nicht unter diejenigen, welche glauben, die Elemente Wärme, Licht, Electricität und Magnetismus mit Genauigkeit bestimmen zu können; denn obwohl wir der Meinung sind, daß diese alle Modificationen desselben Agens sind, so ist dieß letztere doch aller Wahrscheinlichkeit nach eine jener von Anfang erzeugten Ursachen, welche die sinnreichste Analysis und die sorgfältigste Forschung nie ergründen werden. Es liegt im Bereich des menschlichen Geistes, die Veränderungen und Folgen seiner Wirkungen zu bestimmen, aber die Ursache selbst ist dem wißbegierigsten Blicke verborgen, und wird für immer das Geheimniß der urgeistigen Kraft seyn, durch welche sie zur Existenz gebracht wurde.

Unter denen, welche die Immaterialität der Wärme behauptet und sie als eine solche Eigenschaft der Materie betrachtet haben, welche eine Schwingung unter den einzelnen Theilen derselben hervorbringe, können wir die Namen Bacon, Boyle, Newton, Davy und Leslie anführen. Bacon hat diese Theorie in folgenden Worten gut ausgedrückt: „calor est motus expansivus, cohibitus, et nitens per partes minores."

Zu Gunsten dieser Hypothese ist angeführt worden, daß der Wärmestoff keine Substanz seyn könne, weil er kein Gewicht habe, und nicht unter der Macht der Gesetze stehe, welche die Körper in Beziehung auf die Bewegung und Ruhe beherrschen.

Die Ansichten Davy's, jenes Meisters, welcher der Chemie eine neue Gestaltung gab, wollen wir mit seinen eigenen Worten anführen: „Die unmittelbare Ursache der Wärmeerscheinung ist Bewegung, und die Gesetze ihrer Mittheilung sind genau dieselben, wie die Gesetze der Mittheilung der Bewegung. Da alle Materie durch Verkühlen in einen kleineren Raum gebracht werden kann, so müssen offenbar die einzelnen Theilchen der Materie einen Zwischenraum haben, und da jeder Körper die Kraft der Dehnbarkeit einem Körper, der eine niedrigere Temperatur hat, mittheilen, d. h. den Theilen desselben eine ausdehnende Bewegung geben kann, so ist es ein sehr wahrscheinlicher Schluß, daß seine eigenen Theile ebenfalls beweglich sind. Da aber keine Veränderung in dem Zustand dieser Theile Statt findet, so lang die Temperatur derselben die gleiche bleibt, so muß die Bewegung, wenn eine solche vorhanden ist, eine schwingende oder wellenförmige oder eine Bewegung der Theile um ihre Achse oder eine Bewegung der Theile um einander seyn."

„Die Phänomene der Wärme scheinen sich erklären zu lassen, wenn man annimmt, daß sich die Theilchen der festen Körper in einem Zustand beständiger Schwingung befinden, und die Theile der wärmsten Körper sich mit der größten Schnelligkeit und durch den größten Raum bewegen, — daß die Theile der flüssigen und elastischen Fluiden neben

der schwingenden Bewegung, die wir uns bei den letztern am größten denken müssen, noch eine Bewegung um ihre eigenen Achsen und mit verschiedener Geschwindigkeit haben, wobei die Theile der elastischen Fluiden sich mit der größten Schnelligkeit bewegen; und daß endlich bei ätherischen Substanzen die Theile sich um ihre eigenen Achsen und getrennt von einander bewegen und in geraden Linien durch den Raum dringen. Man kann annehmen, daß die Temperatur von der Schnelligkeit der Schwingungen abhänge, wobei in größeren Räumen eine Vermehrung der Bewegungsfähigkeit Statt finden kann. Die Verminderung der Temperatur während der Verwandlung fester Körper in Fluiden oder Gase läßt sich etwa durch den Verlust der Vibrations-Bewegung in Folge der Umdrehung der einzelnen Theile um ihre Achsen, der in dem Augenblick eintritt, wo der Körper flüssig oder luftig wird, oder durch den Verlust an Vibrations-Geschwindigkeit erklären, weil die Bewegung der Theile nunmehr in einem größeren Raum Statt findet.

Diejenigen, welche die Materialität des Wärmestoffes behaupten, führen als Beweis für ihre Ansicht an, daß sich die Substanzen immer durch eine Erhöhung der Temperatur ausdehnen, und daß die Größe derselben sich nur durch die wirkliche Hinzufügung neuer Materie, d. h. durch die der Wärmetheile, vermehren lasse. Da wir kein Vorurtheil weder für die eine noch die andere der angeführten Theorieen haben, so möge es uns erlaubt seyn, zu bemerken, daß zwischen der Thatsache und der Ableitung derselben ein unermeßlicher Abstand liegt; denn es ist ebenso leicht vorauszusetzen, daß das Grundelement Wärmestoff bei der Vermehrung der Expansivkraft der Körper und somit bei Vergrößerung ihres Umfangs mitwirke.

Auch der Durchgang der Wärme durch ein Vacuum wurde im Gegensatz zu Davy's Hypothese als ein Beweis von der Materialität des Wärmestoffes angesehen. Dieser Beweis kann nicht angenommen werden, denn die Behauptung ist nicht völlig erwiesen. Es läßt sich kein Vacuum bilden, denn obwohl die Summe des in irgend einem gegebenen Raume enthaltenen elastischen Fluidums durch künstliche Mittel vermindert werden kann, so ist es doch unmöglich, es ganz herauszuziehen. Dieselbe Bemerkung gilt für die Theorie von der Materialität der Electricität und möchte sich auch auf das Licht ausdehnen lassen.

Wenn uns die Neugierde stachelt, fühlen wir eine wahre Hast, uns über die Natur derjenigen Agentien zu vergewissern, die so unpassend die unwägbaren Körper (Imponderabilien) genannt worden sind. Wir wissen jedoch nicht, was die Wissenschaft durch die Bestimmung der Frage gewinnen oder welches praktische Resultat aus der Entdeckung folgen würde, außer

etwa, daß Manche, die sich der Spekulation gewidmet haben, ihre Zeit künftig besser anwenden dürften, wenn einer der Gegenstände, an die man so viel derselben verschwendete, aus der Reihe der Fragen gestrichen würde. Es genügt uns, die hervorgebrachten Wirkungen zu bestimmen, und so kränkend es auch für den Mann seyn mag, der sich der Vielfältigkeit seines Wissens und des Umfangs seiner Forschung rühmt, eine gänzliche Unwissenheit in Beziehung auf alle die großen secundären Ursachen, welche die Materie regieren, bekennen zu müssen, so ist es doch wünschenswerth, daß wir unserer Beziehung zu Dem, der allen Dingen den Ursprung gab, immer mehr bewußt werden. Wir werden uns daher nicht bei spekulativen Prinzipien aufhalten, sondern gehen auf einige Bemerkungen hinsichtlich derjenigen Gesetze der Action (Thätigkeit) über, welche einen Einfluß auf die Erzeugung oder Modificirung derjenigen Erscheinungen haben, die wir auf der Erde wahrnehmen, oder deren Vorhandenseyn wir unter derselben vermuthen.

Ausdehnung durch die Wärme.

Der Umfang der Körper vermehrt sich im Allgemeinen mit der Temperatur. Dieß Gesetz erleidet jedoch einige Ausnahmen. Einige Metalle z. B. dehnen sich im Augenblick des Gefrierens aus, und der Thon zieht sich bei Vermehrung der Wärme zusammen. Dieses letztere Resultat kann jedoch kaum als eine Ausnahme von dem Gesetze betrachtet werden, denn die Befreiung von dem mit dem Thon verbundenen Wasser bewirkt die Zusammenziehung desselben.

Nicht alle Substanzen vermehren ihren Umfang in gleichem Grade bei demselben Zunehmen der Temperatur. Gase und Dämpfe dehnen sich mehr aus, als flüssige oder feste Körper, und feste weniger als flüssige. Von allen festen Körpern dehnen sich die Metalle am meisten durch die Wärme aus, wobei das Blei empfänglicher als alle andern Metalle ist. Doch ist die Ausdehnung unter allen Umständen gering, und es wird demzufolge schwer, Instrumente zu construiren, durch welche die Größe der Ausdehnung bestimmt werden könnte. Das Blei z. B., wenn es von der Temperatur des schmelzenden Eises nach der des siedenden Wassers gebracht wird, dehnt sich bei 350 Theilen nur um einen Theil aus. Doch dieß ist nicht die einzige praktische Schwierigkeit. Denn ein fester Körper dehnt sich gleichmäßig nach jeder Richtung, Breite, Tiefe und Länge aus Wir haben aber kein Mittel, eine Vermehrung im Umfang zu messen, sondern müssen die Ausdehnung des Ganzen aus der Vermehrung in einer Richtung ableiten. Eine weitere Schwierigkeit besteht darin, daß eine gleiche Vermehrung, unter verschiedener Temperatur, bei festen Körpern nicht dieselben Expansivwirkungen hervorbringt.

Zum Beweis, daß feste Körper sich ausdehnen, wenn ihre Temperatur erhöht wird, können wir die Beispiele anführen, wo dieser Grundsatz bei den Gewerben angewendet wird. Der Küfer umgibt seine Fässer mit eisernen Reifen, die er in einer Rothglühhitze um dieselben schmiedet, damit sie erkaltet desto fester schließen; und der Schmied muß bei allen seinen Arbeiten dasselbe Resultat vor Augen haben. Oft muß man sich sehr sorgfältig vor den Irrthümern hüten, die aus der Ausdehnung der Metalle entstehen können, besonders beim Gebrauche feiner wissenschaftlicher Instrumente. Hauptsächlich ist der Astronom den aus dieser Ursache entspringenden irrigen Resultaten ausgesetzt, denn ein Lichtstrahl, ein Luftstrom oder die Wärme der Hand können hinreichend seyn, um eine Beobachtung zu stören und einen Abstand oder einen Halbmesser zu vermehren oder zu vermindern.

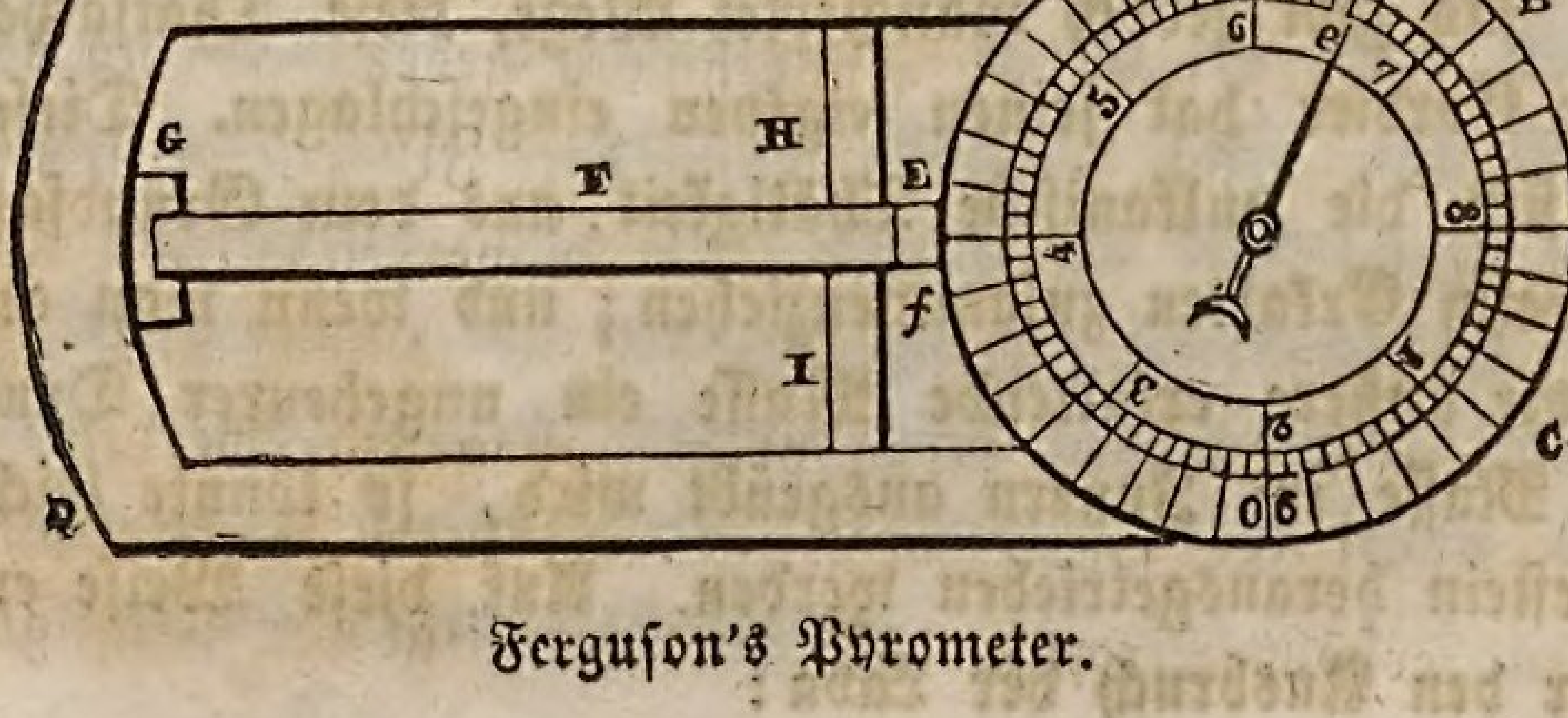
Diese Wirkung muß einigen Einfluß auf die feste Masse der Erde selbst haben, indem sich dieselbe bei erhöhter Temperatur ausdehnt und bei der Verkühlung wieder zusammenzieht. Die Veränderung der Temperatur auf der Oberfläche ist aller Wahrscheinlichkeit nach zu gering, um eine irgend erhebliche Wirkung hervorzubringen; allein die beständige Abnahme der inneren Wärme, ein erst kürzlich entschiedenes Factum, muß Zusammenziehungen von nicht geringem Grade herbeiführen, und es ist wahrscheinlich, daß mehrere von den auf der Erdoberfläche wahrgenommenen Erscheinungen dieser Ursache zugeschrieben werden müssen. Wir wollen es nicht unternehmen, die höchst sinnreiche, von Herrn Cordier aufgestellte Theorie von der vulkanischen Thätigkeit zu vertheidigen; die Darstellung derselben wird jedoch beweisen, wie wichtig es ist, die Ausdehnung der festen Körper durch die Wärme und ihre daraus folgende Zusammenziehung beim Verkühlen in Betracht zu ziehen.

Durch Versuche wissen wir nämlich, daß die Temperatur im Innern der Erde gegen den Mittelpunkt hin zunimmt, und daß sie durch die Ausstrahlung der Wärme von der Oberfläche aus verkühlt. Wenn wir diese Thatsachen als wahr annehmen, so lassen sich Vulkane, sowie viele von den Erscheinungen, welche uns die verschiedenen Theile der mineralischen Erdrinde bieten, leicht erklären. Es gibt jedoch mancherlei Wege, diese Thatsachen anzuwenden, und Herr Cordier hat seinen eigenen eingeschlagen. Dieser Naturforscher erklärt sich die vulkanische Thätigkeit aus dem Grundsatz, daß sich feste Körper beim Erkalten zusammenziehen; und wenn man annimmt, daß so durch die äußere erkaltende Masse ein ungeheurer Druck auf die geschmolzene Masse im Innern ausgeübt wird, so könnte leicht das angeschwollene Gestein herausgetrieben werden. Auf diese Weise erklärt sich Herr Cordier den Ausbruch der Lava:

„Im Jahr 1803," sagt er, „berechnete ich auf Teneriffa die Summe der durch die Ausbrüche von 1795 und 1798 ausgeworfenen Materie möglichst genau. Dieselbe Berechnung stellte ich über die Produkte zweier, jedoch vollkommen isolirter, Ausbrüche an, die sich an erloschenen Vulkanen in Frankreich zeigten: nämlich der im Jahr 1806 erfolgten Ausbrüche der Vulkane von Murol in der Auvergne, und des im Jahr 1809 geschehenen des Vulkans von Cherchemus, in der Nähe von Izarles, bei Mezin. Ich fand, daß die Masse der Materie bei jedem Ausbruch weit geringer als ein Kubik-Kilometer oder 1,308,044,971 Kubik-Toisen war. Aus dieser und ähnlichen Daten, die ich an andern Stellen erhielt, glaube ich berechtigt zu seyn, den Umfang eines Kubik-Kilometers als die äußerste Grenze für das Produkt der Ausbrüche im Allgemeinen annehmen zu dürfen. Aber eine solche Masse ist gegenüber von der ganzen Erde sehr gering. Auf die Oberfläche angewendet, würde sie ein Lager bilden, das nicht einmal $^1/_{500}$ Millimeter an Dicke betragen würde. Oder noch bestimmter: wenn wir die mittlere Dicke der Erdrinde auf 62,1 Meilen anschlagen, so würde eine Zusammenziehung dieser Umhüllung, welche den mittleren Halbmesser der Centralmasse um $^1/_{494}$ eines Millimeters ($^1/_{12694}$ eines Zolls) verringerte, hinreichend seyn, um die Materie für einen Ausbruch herzuschaffen.

„Wenn wir von den Sätzen ausgehen, daß diese Erscheinung (der Vulkane) durch Zusammenziehung hervorgebracht wird, und daß auf der ganzen Erde jährlich fünf Ausbrüche Statt finden, so werden wir zu dem Schlusse kommen, daß der Unterschied zwischen der Zusammenziehung der festen Erdrinde und der der innern Masse den Halbmesser dieser Masse in einem Jahrhundert um nur einen Millimeter (0,03937 Zoll) veringern würde."

Mögen wir nun die Genauigkeit von Herrn Cordier's Deduktionen zugeben oder nicht, so ist jedenfalls klar, daß dieselbe Kraft, welche eine Eisenstange durch Erhitzung ausdehnt und durch Erkaltung zusammenzieht, mehr oder weniger auf alle festen Körper einwirken und möglicherweise Erdphänomene von dem gewaltsamsten Charakter hervorbringen könne.



Ferguson's Pyrometer.

Man hat mancherlei Instrumente (man nennt sie Pyrometer) erfunden, um durch sie die Ausdehnung oder Zusammenziehung der festen Körper zu messen, wenn die Temperatur derselben

geändert wird. Es wird nicht nothwendig seyn, mehr als Eines derselben zu beschreiben, da sie alle beinahe nach demselben Grundsatz construirt sind. Wir wollen dasjenige wählen, welches der berühmte Ferguson erfunden hat, dessen mechanisches Genie so sehr hervorragt und kaum jemals erreicht worden ist. Dieß Instrument zeigt die Ausdehnung bis auf $^1/_{45,000}$ Zoll hin. Es besteht aus einem Gestell B C D von Mahagoni, das an eine in 360 gleiche Theile getheilte Scheibe befestigt, und dessen mittlere Stange E beweglich ist und ihre Bewegung dem Zeiger mittheilen kann. Eine Ausdehnung dieser Stange in der Größe von einem Zoll wird den Zeiger zu einem Umlauf in dem Kreise veranlassen, und aus der Winkelbewegung dieses Zeigers wird sich leicht die Größe der Ausdehnung berechnen lassen.

Die Centralstange ist in zwei Stücke, ein langes und ein kurzes, getheilt. Das eine Ende des langen Theils F ist in eine eiserne Platte G befestigt; das andere drückt auf das Ende des kleinen Stücks E an dem Punkte f. Wenn die Hitze der Stange F mitgetheilt wird, so wirkt die Ausdehnung auf die hebelartige Stange E, welche dann die Umdrehung des Zeigers bewirkt.

Aus dem Gesagten läßt sich abnehmen, daß auch flüssige Körper sich ausdehnen, wenn ihre Temperatur erhöht wird. Die Flüssigkeit ist nur eine Uebergangsstufe von den festen Körpern nach den Gasen, und die meisten Substanzen lassen sich in die eine oder andere Form bringen. Aber nicht alle Flüssigkeiten haben bei gleicher Vermehrung der Temperatur den gleichen Grad der Ausdehnung: ein Satz, dessen Wahrheit sich sehr leicht erweisen läßt, wenn man drei gleiche Thermometerröhren bis zu derselben Höhe mit drei verschiedenen Substanzen, z. B. Quecksilber, Wasser und Alkohol, füllt und sie in ein bis zu etwa 150 Grad F. erhitztes Wasser taucht. Der Grad ihrer Ausdehnung wird nicht einmal in zwei von ihnen derselbe seyn. Die Bestimmung der Ausdehnung eines flüssigen Körpers ist ein sehr einfaches Experiment, obschon die Methode, auf die wir uns beziehen, mehrfachen Irrthümern unterworfen ist. Wenn eine Thermometerröhre, d. h. eine mit einer Hohlkugel an dem einen Ende versehene Röhre, theilweise mit einer Flüssigkeit gefüllt wird, so kann sie jedem Wärmegrad ausgesetzt werden und die Differenz des Niveau's zwischen dem Anfang und dem Ende des Experiments wird die Ausdehnung geben. Wenn aber dieser Versuch gemacht werden soll, so muß die in der Flüssigkeit sowohl als in der Röhre enthaltene Luft zuerst ausgetrieben werden, sonst wird die Ausdehnung ein falsches Resultat liefern. Wir müssen uns auch erinnern, daß Flüssigkeiten, welche der Atmosphäre ausgesetzt werden, in jeder Temperatur in Dampfform übergehen, und zwar um so reichlicher, je mehr die Temperatur erhöht wird, so daß die Quantität der Flüssigkeit

sich vermindert. Um diese zwei Quellen des Irrthums zu vermeiden, müßte die Röhre etwa zur Hälfte mit Wasser oder einer andern Flüssigkeit gefüllt und diese einige Zeit lang gesotten werden, um die Luft auszutreiben. Wäre dieß geschehen, so müßte noch das offene Ende der Röhre hermetisch verschlossen, d. h. zugeschmolzen werden.

Flüssige Körper haben im Allgemeinen eine gleichförmige Ausdehnung oder Zusammenziehung, den Fall ausgenommen, wenn sich die Temperatur den Graden nähert, wo sie sieden und gefrieren, wobei sich der Grad ihrer Ausdehnung verändert. Das Wasser bildet eine sehr merkwürdige Ausnahme von diesem Gesetz. Wenn seine Temperatur vermindert wird, so zieht es sich fortwährend zusammen, bis es etwa 4 Grad Réaumur erreicht, wo dann die Zusammenziehung aufhört. Wird seine Temperatur jedoch weiter bis nahe zu dem Gefrierpunkte vermindert, so beginnt es sich wieder auszudehnen und fährt so fort, bis es gefroren ist. Dieses Factum ist von großer Wichtigkeit bei Erklärung der Naturerscheinungen; denn die Ausdehnung des Wassers im Acte des Gefrierens ist in vielen Fällen eine thätige Ursache zur Zerstörung des Gesteins, und wird manche Resultate erklären, die man in Gegenden, welche einer außerordentlichen Kälte unterworfen sind, wahrnimmt. Ein gefrierender See muß durch seine Ausdehnung seine Ufer zu zerstören streben, eine beträchtliche Masse davon abreiben, und auf diese Weise nach und nach die Oberfläche seiner Gewässer vermehren. In Hochländern jedoch, die einen großen Theil des Jahres über mit unermeßlichen Eiskörpern bedeckt sind, werden diese Wirkungen am häufigsten beobachtet. Spalten füllen sich mit Wasser, welches sich, wenn es gefriert, so gewaltsam ausdehnt, daß es Felsen auseinander reißt, große Stücke in die Thäler unten schleudert und die höchsten Gipfel aus ihren heimathlichen Lagern wegreißt.

Es gibt verschiedene interessante Versuche, durch welche die Dehnbarkeit der Gase erprobt werden kann. Wenn eine schlaffe Blase an ein Feuer gehalten oder heißes Wasser auf dieselbe gegossen wird, so wird dadurch die geringe Quantität Luft, welche sie enthält, verdünnt und die Blase geschwellt. Wird eine Glasretorte über eine Spiritus-Lampe gehalten und das offene Ende derselben in irgend eine Flüssigkeit getaucht, so werden große, durch die Dehnbarkeit herausgetriebene Luftblasen an der Oberfläche der Flüssigkeit erscheinen. Sobald aber das Gefäß verkühlt, wird die elastische Kraft der Luft abnehmen, und die Flüssigkeit in die Kugel dringen und daran die Summe der Ausdehnung der eingeschlossenen Luft zeigen.



Experiment, welches die Ausdehnung der Gase zeigt.

Die Ausdehnung der Gase durch eine Vermehrung der Temperatur ist eine Wirkung, welche von mehreren der Phänomene begleitet wird, die man in der Atmosphäre wahrnimmt, denn beinahe alle Veränderungen der letztern hängen von der Thätigkeit der Wärme ab. Da alle Fluiden leichter werden, wenn man ihre Temperatur erhöht, so werden die erhitzten Theile immer nach oben steigen und die kältesten hinabsinken, so daß sich eine Masse Flüssigkeit oder Dunst von ungleicher Temperatur stets schichtenweise abtheilen wird. Wenn man eine Spirituslampe unter ein mit Wasser oder irgend einer andern Flüssigkeit gefülltes Gefäß stellt, so werden die mit dem Boden in Berührung stehenden Theile erhitzt werden, sich ausdehnen und nach der Oberfläche steigen, während die kälteren Theile hinabsinken. So wird sich eine Reihe von Strömungen, die eine nach oben, die andere nach unten, bilden, bis die ganze Masse eine siedende Temperatur hat. Unmöglich würde es seyn, die Temperatur einer Flüssigkeit dadurch zu steigern, daß man die Wärme auf ihre Oberfläche wirken ließe. Was hier in Beziehung auf flüssige Körper gesagt ist, gilt auch für Gase. Die Atmosphäre, auf welche die Sonnenwärme wirkt, ist ihrer Ausdehnung und Zusammenziehung halber unzähligen Veränderungen unterworfen. In Folge der reflectirten oder ausgestrahlten Wärme erheben sich Ströme von erwärmter Luft auf der Oberfläche; kalte Ströme fallen dagegen herab und nehmen ihre Stellen ein. In einer Gegend ist die Erdoberfläche erwärmter, als in einer andern, und ein Strom kalter Luft kommt von den kälteren Gegenden her, um den Platz jener einzunehmen. Durch solche Prozesse werden W i n d e und O r k a n e erzeugt.

Ebenso nehmen wir die Folgen dieses allgemeinen Prinzips an sehr vielen Erscheinungen des täglichen Lebens wahr. Wenn das Wasser, z. B. in einem See oder Flusse, gefriert, so fallen die erkälteten, d. h. zusammengezogenen und darum schwereren Theile des Wassers zu Boden, und werden von den unteren, also wärmeren, verdrängt, und dieser Kreislauf oder Lagenwechsel findet eine gewisse Zeit lang statt. Zum Glücke für die Thier- und Pflanzenwelt hat aber der Schöpfer die weise Fürsorge getroffen, daß das Wasser nur bis auf einen gewissen Grad sich verdichten kann. Es erreicht seine größte Dichte bei $+4^{\circ}$ Réaumur; auf dem Gefrierpunkte ist seine Dichte gleich der von $+8^{\circ}$ R., und darum gefriert, zu unserem Heile, das Wasser selten bis auf den Grund, und aus eben dieser Ursache schwimmt auch das Eis in dem Wasser, weil es eine verhältnißmäßig geringere Dichte hat. Wie unglücklich wäre der Mensch und eine große Anzahl thierischer Geschöpfe, wenn in einer gewissen Breite zur Winterszeit alles Wasser gefröre! — Um die oben erwähnten Strömungen bei der Erwärmung einer Flüssigkeit genau zu erkennen, braucht man nur

Wasser in einer Glasschale über der Weingeistlampe zu erhitzen, und feine Sägespäne oder Papierschnitzel in das Wasser zu werfen. Sobald sich die Temperatur des Letzteren erhöht, werden die kleinen Theilchen Holz oder Papier von der Strömung ergriffen und mit fortgerissen, und wechselsweise in Kurven an den Boden des Glases sinken, und von da wieder an die Oberfläche des Wassers steigen. Vermehrt sich der Wärmegrad, so sehen wir an den Wandungen der Glasschale und von deren Boden aus kleine Bläschen aufsteigen, welche erst darin suspendirt bleiben, dann aber sich sehr vergrößern und an die Oberfläche des Wassers emporsteigen, und sobald wir diese Blasen sich in rascher Folge und bedeutendem Umfang entwickeln und auf der Oberfläche zerplatzen sehen, hat das Wasser seinen Siedepunkt, d. h. seine höchste Temperatur als Flüssigkeit und den Punkt erreicht, wo es sich in Dampf verwandeln muß.

Aus diesen Sätzen wird klar hervorgehen, daß die Ausdehnung der Körper durch eine erhöhte Temperatur mit vielen Erscheinungen, die wir auf der Erdoberfläche wahrnehmen, innig verknüpft ist, und daß die Thatsachen, die wir in Kürze anführten, der Betrachtung jedes Menschen werth sind, der sich gern mit den Erscheinungen bekannt machen möchte, welche um ihn her vorgehen. Es gibt jedoch noch ein Instrument, auf das wir häufig zurückkommen werden, insofern es ein Mittel ist, mancherlei wissenschaftliche Grundsätze näher zu bestimmen; und es würde unmöglich seyn, seine Anwendung oder die Grundsätze seiner Construction Jemand zu beschreiben, der nicht mit den allgemeinen Gesetzen über die Ausdehnung der Substanzen durch eine Veränderung der Temperatur bekannt wäre. Wir könnten daher die Anführung dieser Bemerkungen über die Gesetze, welche die Ausdehnung der Körper regieren, rechtfertigen, wenn wir auch kein anderes Ziel im Auge hätten, als die Erklärung dieses Instruments — des Thermometers.

Das Thermometer.

Fast jede Substanz könnte unter gewissen Bedingungen zur Messung der Temperatur verwendet werden. Feste Körper und Gase würden nach einer oberflächlichen Betrachtung als die für diesen Zweck geeignetsten erscheinen, da ihre Ausdehnung gleichförmiger vor sich geht, als die der flüssigen Körper. Allein diese Deduction zeigt sich nicht als praktisch richtig. Die durch eine Steigerung der Temperatur hervorgebrachte Ausdehnung fester Körper ist so gering, daß dieselben nur vermittelst mechanischer Vorrichtungen benützt werden könnten, und die Verbreitung der Gase ist andererseits so groß, daß ihr Gebrauch viele praktische Unannehmlichkeiten

mit sich führt, sobald eine hohe Temperatur durch sie gemessen werden soll. Flüssige Körper eignen sich am besten zu Thermometern. Allein die Flüssigkeiten haben im Allgemeinen eine unregelmäßige Ausdehnung, wenn sie sich dem Sied- oder Gefrierpunkt nähern. Es muß daher diejenige Flüssigkeit gewählt werden, deren Gefrier- und Siedpunkt durch den größten Zwischenraum getrennt sind, und die zugleich diejenigen Temperaturen in sich schließt, deren Bestimmung für gewöhnlich am nothwendigsten ist. Alkohol gefriert bei einer sehr niedrigen Temperatur, allein er verdunstet leicht; die Oele gehen erst bei einer sehr hohen Temperatur in Dampfform über, aber sie nehmen gerne eine feste Form an. Es kann daher keine dieser Substanzen für gewöhnliche Zwecke als Thermometer gebraucht werden, obschon sie unter gewissen Umständen von Nutzen sind. Das Quecksilber ist sehr allgemein angewendet worden, und es dürfte nothwendig seyn, dem Leser diejenigen Details zu geben, die ihn in den Stand setzen können, das Instrument zu construiren, falls er wünschen sollte, die Genauigkeit der in diesem Buch gegebenen Erklärung zu prüfen oder eine Reihe von Versuchen anzustellen, durch welche das Gebiet der Wissenschaft erweitert würde.

Das zu thermometrischen Zwecken verwendete Quecksilber muß rein seyn, d. h. es muß frei von jeder Beimischung irgend einer andern Substanz, sey sie nun fest oder flüssig, seyn. Die beste Art und Weise, wie man sich dessen versichert, ist, daß man es destillirt. Man darf dann, wenn nur die folgenden Prozesse sorgfältig behandelt werden, erwarten, daß es dieselben Resultate gebe, man mag es in so viel Instrumenten verwenden, als man will.

Das nächste Ziel ist nun, daß man ein Mittel erhält, um die Zusammenziehung oder Ausdehnung dieser Flüssigkeit zu beobachten. Zu diesem Endzweck muß sich der Studirende mit einer Haarröhre versehen, die an dem einen Ende eine kugelförmige Blase hat, welche im Verhältniß zu dem Inhalt der ganzen Röhre stehen muß. Bei der Wahl der Röhre muß man sorgfältig darauf sehen, daß die Bohrung derselben gleichförmig sey, denn da das Instrument in Grade eingetheilt werden muß, so muß auch die gleiche Quantität Flüssigkeit an allen Punkten dieselbe Höhe haben. Zur Füllung der Röhre erfordert es einen besondern Prozeß. Da nämlich die Bohrung haarförmig ist, so kann das Quecksilber nicht hineingegossen werden. Wenn man aber die Kugel über eine Spirituslampe hält und auf diese Weise die Temperatur der eingeschlossenen Luft steigert, so wird die Ausdehnung und die daraus folgende Entweichung eines Theils derselben eine außerordentlich verdünnte Atmosphäre hervorbringen. Wird dann das offene Ende der Röhre in Quecksilber getaucht und die Kugel abgekühlt, so wird die eingeschlossene Luft einen Theil ihrer elastischen

Kraft verlieren und das Quecksilber durch den Druck der Atmosphäre in die Röhre getrieben werden. Ein kleiner Theil der Röhre wird noch von Luft erfüllt bleiben; um auch diese vollends auszutreiben, muß das Instrument von Neuem einer hohen Temperatur ausgesetzt werden. Wenn dann der Quecksilberdampf den Raum völlig einnimmt und so alle Luft ausschließt, so muß das offene Ende der Röhre hermetisch verschlossen, am besten zugeschmolzen werden. Der Quecksilberdampf wird sich verdichten, sobald er erkaltet, und sich ein so ziemlich vollständig luftleerer Raum bilden.

Hat man auf diese Weise die Quecksilbersäule erlangt, so muß derselben eine Skala beigefügt werden. Zu dem Ende tauche man zuerst die Kugel in ein Gefäß, welches geschmolzenen Schnee oder Eis enthält, so wird sich das Quecksilber zusammenziehen und zu einem Niveau fallen, auf dem es bleiben wird, bis die Schmelzung vollendet ist. Da dieses Resultat überall dasselbe ist, so kann dieser Höhepunkt an der Röhre bezeichnet und der Gefrierpunkt genannt werden.

Sodann tauche man das Instrument in siedendes Wasser. Hier wird das Quecksilber sich ausdehnen, bis es eine gewisse Höhe erreicht hat, wo es dann stehen bleibt, man mag das Wasser so sehr erhitzen, als man will. Daraus nehmen wir ab, daß es eine Temperatur gibt, über welche hinaus es nicht gesteigert werden kann, und dieses Niveau des Quecksilbers kann nun als der Siedpunkt bezeichnet werden.

Aber das Instrument wird noch nicht ganz fertig seyn, und es muß noch ein Maaßstab für jede Temperatur zwischen dem Gefrierpunkt und dem Siedpunkt gefertigt werden. Die Eintheilung dieses Raums ist willkürlich oder nur in so weit beschränkt, als eine solche gewählt werden muß, welche verschiedene Beobachter in den Stand setzt, ihre gegenseitigen Resultate zu verstehen. Leider hat man nicht überall dieselbe Eintheilung angenommen, und obschon es nicht schwer ist, die nach der einen gemachten Beobachtungen auf die Grade einer andern zu reduciren, so ist dieser Mangel an Uebereinstimmung doch mit mancherlei Ungelegenheiten verknüpft.

Die in England im Gebrauch befindliche Skala wurde von F a h r e n h e i t erfunden und nach ihm benannt. Zu seiner Zeit nahm man an, daß die durch eine Mischung von Schnee und Salz hervorgebrachte Kälte die stärkste sey, welche auf dem Weg künstlicher Mittel erlangt werden könne. Er nahm daher diese Temperatur für den Anfang seiner Skala und bezeichnete das Niveau des in diese Mischung gestellten Quecksilbers als Null. Den Zwischenraum zwischen diesem und dem Gefrierpunkt theilte er in 32 Grade oder Theile ein, und im weitern Verlauf der Gradation wurde der Siedpunkt auf 212 Grade festgestellt.

In Frankreich gilt die hunderttheilige Skala, wobei der Zwischenraum zwischen dem Siedpunkt und dem Gefrierpunkt, den Gefrierpunkt als Null angenommen, in 100 Grade getheilt ist. Diese Skala dient auch, wegen der Bequemlichkeit des Decimalsystems, meist zu wissenschaftlichen Beobachtungen und Zwecken. In Deutschland vorzugsweise und auch in andern Ländern ist Réaumur's Thermometer allgemein im Gebrauch. Er unterscheidet sich von dem hunderttheiligen dadurch, daß der Zwischenraum zwischen dem Gefrierpunkt und dem Siedpunkt in 80 statt in 100 Grade getheilt ist.

Man darf nicht wähnen, daß das Thermometer einen Maaßstab für die in irgend einer Substanz enthaltene Quantität Wärmestoff abgebe. Temperaturgrad und Quantität des Wärmestoffes sind keineswegs gleichbedeutende Ausdrücke. Das Thermometer wird gleichmäßig afficirt werden, ob man es in einen Fluß oder in ein daraus genommenes Faß Wasser taucht; und doch darf man nicht annehmen, daß, sofern wir von dem Agens als Materie sprechen dürfen, in einer kleinen Quantität ebensoviel Wärmestoff vorhanden sey, als in einer großen. Der Wärmestoff kann in einer Substanz vorhanden seyn, ohne auf den Thermometer zu wirken. Es gibt nämlich zwei Zustände, in welchen das Agens vorkommen kann. In dem einen erkennt man sein Vorhandenseyn an der Wirkung, die es auf belebte oder unbelebte Körper hervorbringt; in dem andern ist sein Einfluß auf eine innere Veränderung des Zustandes beschränkt: das Erstere nennen wir fühlbare oder f r e i e, das Zweite verborgene oder gebundene, l a t e n t e Wärme, oder besser den Wärmestoff als Bestandtheil der Substanz.

Winde.

Nachdem wir den Einfluß der Wärme auf die Ausdehnung aller Substanzen auseinander gesetzt haben, wird es interessant seyn, ihren Einfluß auf die Atmosphäre kennen zu lernen, welche, wie bereits erwähnt, ein großer, die Erde umgebender Körper ist. Es gibt viele Ursachen, welche beständig darauf hinarbeiten, das Gleichgewicht der Atmosphäre zu stören und Luftströmungen herbeizuführen, welche man Winde nennt, und deren Stärke und Umfang sich nach den Umständen richtet. Keiner dieser Umstände ist aber so bedeutend als der Wechsel der Temperatur. Der Umfang eines Gas- oder Dunstkörpers vermehrt sich, wie bereits erklärt, mit seiner Temperatur; die einzelnen Theile desselben müssen daher immer leichter werden. Wenn wir diese Beobachtung auf die Atmosphäre anwenden, so werden wir bemerken, daß, wenn die über irgend einem Ort ruhende Luft mehr erwärmt wird als die sie umgebende, ein beständiges

Hereinwehen von kalten Strömen aus allen Richtungen her entstehen wird, so daß diejenigen, welche nördlich von dem erwärmten Punkte liegen, einen Nordwind, die, welche im Süden liegen, einen Südwind empfinden werden.

Aus beziehungsweise unbedeutenden Erscheinungen können wir uns oft eine Kenntniß der größten Grundsätze der Natur entnehmen; eine Bemerkung, die ihre weitere Erläuterung in den künstlichen Winden findet, welche beständig durch unsere Wohnungen circuliren. Der Rauch steigt von einem gewöhnlichen Feuer empor, weil er mit erwärmter Luft vermischt ist; und der dadurch in dem Raum, wo das Feuer brennt, hervorgebrachte Abgang von Luft wird durch die kalte Luft ersetzt, welche durch die Spalten der Thüren und Fenster eindringt. Das Feuer aber theilt einem Theil der eingeschlossenen Atmosphäre des Zimmers eine höhere Temperatur mit, welcher Theil demzufolge in die Höhe steigt. Daraus erklärt sich, warum in Kirchen, Kapellen, Theatern und andern öffentlichen Gebäuden die Luft in den Gallerieen und oberen Räumen heißer und drückender ist, als in den niedrigeren Theilen des Gebäudes.

In jedem Zimmer, wo eine ungleiche Temperatur der Atmosphäre herrscht, entstehen zwei Strömungen: die eine nach außen, die andere nach innen. Dieß erhellt leicht daraus, daß, wenn man ein brennendes Licht bei dem obern Theil der Thüre aufstellt, die Flamme durch den erwärmten Luftstrom, der dort entweicht, nach Außen geblasen wird; stellt man das Licht dagegen auf den Boden, so wird die Flamme durch den kalten Strom, der hier hereinweht, nach innen getrieben. Derselbe Prozeß geht auch in der Natur, nur in einem größeren Maaßstab, vor sich, und der Grundsatz, welcher den einen erklärt, ist auch auf den andern anwendbar. Die Land- und Seewinde, welche auf allen Inseln der heißen Zone vorkommen, sind thatsächliche Beweise dieser Behauptung. Während des heißesten Theils des Tages wehen die Winde von allen Richtungen her nach dem Innern der Insel, denn die über dem Land ruhende Luft ist heißer, als die über dem Wasser befindliche. Wenn aber die Sonne untergegangen ist, strahlt das Land seine Wärme aus; die Luft über ihm wird allmählig abgekühlt, der Wind ändert sich und bläst von dem Lande her nach der See.

Doch der hier angeführte Grundsatz ist an und für sich nicht genügend, um all die aus der Bewegung der Luft entspringenden atmosphärischen Erscheinungen zu erklären. Da die über den Aequatorial-Gegenden ruhende Luft wärmer ist, als die, welche die Polargegenden umgibt, muß eine beständige Strömung kalter Luft von den Polen nach dem Aequator, und eine Gegenströmung warmer Luft vom Aequator nach den Polen Statt finden. Daraus dürfte man schließen, daß alle Länder in der nördlichen Halbkugel einen beständigen Nordwind und die der südlichen Halbkugel

einen beständigen Südwind empfinden würden, sofern nicht örtliche Hemmnisse eine Ausnahme herbeiführten. Dieß ist jedoch nicht der Fall, sondern innerhalb 30 Graden vom Aequator in jeder Hemisphäre wehen beständige Winde, welche die Passatwinde heißen, und zwar die in der nördlichen Hemisphäre von Nordost, die in der südlichen von Südost her.

Allerdings findet eine beständige untere Luftströmung von den Polargegenden nach dem Aequator zu Statt. In Folge der Umdrehung der Erde von Westen nach Osten aber wird die Atmosphäre noch durch eine Kraft influirt, welche unter rechten Winkeln auf diejenige wirkt, die aus der Erwärmung der Luft am Aequator hervorgeht. Da eine Atmosphäre nothwendig an der Bewegung des Körpers, den sie umgibt, Antheil nehmen, und da die Schnelligkeit der Erdumdrehung von den Polen nach dem Aequator hin zunehmen muß, so muß auch die Geschwindigkeit des Gangs der Atmosphäre von Westen nach Osten in dem Maaße zunehmen, als sie gegen die Aequatorialgegenden vorrückt. Wenn wir uns daher einen Strom kalter Luft denken, der von den Polen nach dem Aequator weht, um den durch die erhitzte Luft freigewordenen Raum einzunehmen, und welcher Luftstrom während seines ganzen Verlaufs durch eine beständig zunehmende Drehbewegung von Westen nach Osten influirt wurde, so werden wir leicht einsehen, daß er, da jetzt zwei verschiedene Kräfte auf ihn einwirken, einen Mittelweg einschlagen und so eine krumme Linie beschreiben wird, deren Converität (Bauchung) gegen Osten gekehrt ist. Die Ursache der Passatwinde wird sich nun leicht erklären lassen. In der nördlichen Hemisphäre befindet sich ein Luftstrom, der von Norden nach dem Aequator geht; da er aber durch eine Kraft, die ihn nach Osten zu treiben strebt, gestört wird, d. h. da er unter den Einfluß der Erdumdrehung geräth, so nimmt er einen vermittelnden Lauf an, und es entsteht ein Nordostwind. In der südlichen Hemisphäre haben wir einen Strom von Süden nach dem Aequator; da dieser aber ebenfalls unter dem Einfluß einer Kraft steht, die ihn nach Osten zu treiben strebt, so entspringt daraus ein Südostwind.

Einige Schriftsteller haben den Einfluß der Sonnen- und Mond-Anziehung auf die Atmosphäre als die allgemeine Ursache der Winde bezeichnet. Es unterliegt keinem Zweifel, daß diese beiden Lichtkörper durch ihre Anziehungskraft einen Einfluß auf die Atmosphäre üben, der demjenigen etwas ähnlich ist, welcher den Ocean bewegt; allein ihr Einfluß auf dieselbe ist in unserer gegenwärtigen Frage von geringer oder gar keiner Bedeutung, und es ist gewiß, daß die Passatwinde, statt der Anziehungskraft ihr Entstehen zu verdanken, durch dieselbe eher gestört werden.

Die Passatwinde erleiden in einigen Gegenden alle sechs Monate eine

Veränderung in ihrer Richtung und heißen dann Moussons. Diese Veränderung in den Passatwinden wird durch die jährliche Umdrehung der Erde um die Sonne hervorgebracht, welche bewirkt, daß in der einen Hälfte des Jahres der Nordpol, in der andern der Südpol jenem Lichtkörper zugekehrt ist, und so in dem einen Fall der Sommer für die nördliche, im andern der für die südliche Halbkugel entsteht. Wenn insbesondere die nördliche Halbkugel den Sonnenstrahlen ausgesetzt ist, so steigt in dem stark erwärmten Arabien, Persien, Indien und China die Temperatur der sie bedeckenden Atmosphäre, und die kältere Luft der südlich vom Aequator liegenden Gegenden strömt nach jenen Theilen. Daraus geht hervor, daß in diesem Fall der Passatwind sechs Monate lang durch einen Luftstrom hervorgebracht wird, welcher von den Aequatorialgegenden ausgeht. Naht aber der Sommer der südlichen Hemisphäre heran, so ändert sich die Richtung des Stroms, und die kältere Luft geht nach dem Ocean und den Gegenden, die in der Nähe des südlichen Wendekreises liegen, und die jetzt die meist erwärmten sind.

Es ist nicht immer leicht, die Ursachen mit Genauigkeit zu bestimmen, welche das Gleichgewicht des Luftoceans stören. Es gibt so viele thätige Agentien, die hier ihren Einfluß üben, und eine so unendliche Verschiedenheit der Art und Weise, wie sie ihn üben, daß es eben so schwer ist, ihre Wirkungen zu verbinden, als sie zu trennen. Wenn aber auch einige Einwürfe gegen die hier gegebenen Erklärungen erhoben werden können, so läßt sich doch nicht bezweifeln, daß die Veränderung der Temperatur das Hauptagens bei Störung des Gleichgewichts der Atmosphäre ist, obgleich die Wirkungen derselben durch nicht weniger thätige, obschon weniger örtliche Kräfte gehemmt werden können.

Vom dreißigsten Breite-Grade bis zu dem Pol sind die Winde in beiden Hemisphären, sowohl in Beziehung auf ihre Richtung als auf ihre Stärke, unregelmäßig. In allen Gegenden jedoch finden wir eine mehr oder weniger stark ausgedrückte Neigung zu periodischen Winden. Auch England, das vermöge seiner Lage, indem es auf der einen Seite ein Festland, auf der andern einen Ocean hat, nothwendig ein veränderliches Klima besitzen muß, zeigt ein gewisses Vorherrschen periodischer Winde: Ostwinde herrschen gewöhnlich im Frühling, während in der übrigen Zeit des Jahres Westwinde am häufigsten vorkommen. Im mittleren und nördlicheren Europa, d. h. in Deutschland und Frankreich, Ungarn, Polen, Südrußland u. s. f., herrschen vorzugsweise südliche und westliche Winde, im südlichen Europa (Italien u. s. w.) vorzugsweise nördliche, was nach Dove der zum Aequator zurückkehrende Luftstrom ist, welcher sich jetzt hier in die Tiefe gesenkt hat.

Die unregelmäßigen Winde werden von den Land- und Seereisenden am meisten gefürchtet. Die heftigsten derselben sind: der Wirbelwind, der Harmattan und der Scirocco.

Der Wirbelwind scheint aus dem Zusammentreffen zweier oder mehrerer von verschiedenen Richtungen her wehender Strömungen zu entspringen, und zeigt sich gewöhnlich in einer temporären und örtlichen, jedoch heftigen Bewegung der Atmosphäre. Der Harmattan kommt an der Westküste von Afrika häufig vor, und entsteht wahrscheinlich durch eine Unterbrechung der Richtung der Passatwinde in ihrem Lauf über die sandigen Wüsten von Afrika. Er ist gewöhnlich von einer drückenden Hitze und einem schweren Nebel begleitet, und man hält ihn für den Vorläufer eines Orkans. Der Scirocco entsteht, wenn ein Luftstrom über die heißen Sandflächen Afrika's weht, die ihn dann so austrocknen und verdünnen, daß er untauglich zum Athmen wird. Bei seinem Zug über das mittelländische Meer nimmt er jedoch eine Menge Feuchtigkeit in sich auf, und ein erstickender und niederdrückender Nebel ist die Folge davon. Aehnliche heiße Winde, aus den gleichen Ursachen entspringend, sind der mit dem Staub der afrikanischen Wüste gesättigte Chamsin in Aegypten, der Samum der Araber, der Châmiélê der Türken, welche sämmtlich im Juni und August in den Wüsten Arabiens und vom rothen Meere an über den persischen Meerbusen bis nach Indien hin wehen, unter röthlichem Schein am Himmel und erstickender Hitze eintreten und, der Sage nach, Menschen und Thiere tödten, welche sie überfallen. Der sogenannte Mistral in der Provence und der schwüle Föhn in der Schweiz sind nur Fortsetzungen des Scirocco und Harmattan.

In Rußland herrscht ebenfalls ein periodischer Wirbelwind, der Buran, welcher bald von oben, bald von unten weht. Der Letztere, welcher der gefürchtetere ist, erhebt sich in den Steppen von der Erde aus, und richtet schreckliche Verheerungen an. Die Dauer des Buran beträgt durchschnittlich 24, selten über 72 Stunden; wenn dabei die Kälte bis auf — 20° R. steigt, so ist er für Menschen und Vieh sehr verderblich. Seine Entstehung sucht man sich durch die augenblicklich gefrorene, in Schnee verwandelte Feuchtigkeit zu erklären, womit die Luft während eines Thauwetters geschwängert ist. Die Schneewirbel sind hiebei so heftig, daß der Reisende den Weg unbedingt verliert und unrettbar verloren ist, wenn er nicht ruhig an der Stelle harrt, bis sich das Wetter aufklärt. Erhebt sich der Buran im Sommer, während der großen Hitze, so wühlt er erstickenden Staub auf, welcher besonders für die Augen sehr schädlich ist. — Die in Amerika so häufigen Windhosen und säulenartigen Wirbel-

winde sind sehr häufig Folge von ungeheuren Wald- und Steppenbränden, welche oft unabsehbare Strecken verheeren.

Wir hören oft von den zerstörenden Wirkungen heftiger Winde, aber nur selten besuchen diese unsere Gegenden. Die erhabensten Werke der Menschen werden häufig von ihnen vernichtet, und bisweilen ganze Gegenden verheert. Auf keinem Theil der Erde sind aber ihre Wirkungen furchtbarer, als in einigen Regionen Afrika's. Während der Stürme, die oft in den Wüsten hausen, wird der lockere und unbeständige Sand in so dicken Wolken in die Luft gejagt, daß sie die Kraft der dort allmächtigen Sonne unterbrechen, während er zu andern Zeiten durch den Wirbelwind in massiven riesenhaften Pfeilern sich aufthürmt. Der Wanderer, welcher die ungeheuren Wüsten von Afrika durchkreuzen muß, darf sich glücklich schätzen, wenn er sie passirt, ohne eines jener fürchterlichen Phänomene zu Gesicht zu bekommen. Es muß ein großartiger, aber auch schrecklicher Anblick seyn, wenn man eine Reihe ungeheurer Sandpfeiler mit größerer oder geringerer Schnelligkeit über die unermeßliche Wüste schreiten sieht, wobei ihre Gipfel bis an die Wolken reichen und ihre Grundflächen auf der verdünnten Luft ruhen. Sollten sie jedoch den Pfad eines Wanderers durchkreuzen, dann ist wenig Hoffnung für ein Entrinnen vorhanden. Wenn aber schon dieses Phänomen bisweilen zerstörend für eine Karavane wird, wie viel mehr sind dieß Sandwinde oder Orkane! Derham hatte bei seiner Wanderung durch die Wüste das Unglück, einen solchen Sandsturm zu bestehen; er hat die Wirkungen desselben kurz, aber malerisch beschrieben. Der ganze grenzenlose Raum schien mit Sandtheilchen erfüllt zu seyn, und das Auge des Reisenden vermochte die Luft nur auf wenige Schritte zu durchbringen. Sonne und Wolken waren verdunkelt; auf Jedermann ruhte eine erstickende, niederdrückende Last; die Pferde weigerten sich, den Sandwolken entgegen zu gehen, die sie zu überschütten drohten; und Menschen und Thiere litten unter einem peinlichen Durst, den sie nicht zu löschen vermochten.

Die Orkane, welche die Antillen und Mascarenen verheeren, die sogen. Tornados, gehören unter die heftigsten und zerstörendsten Naturerscheinungen. Stewart hat das Herannahen und die Wirkungen eines auf der Insel Jamaica erlebten Orkans sehr lebendig dargestellt. „Sichere und schreckenerregende Vorzeichen gehen ihm gewöhnlich voran. Eine ungewöhnliche Stille herrscht ringsum. Man fühlt nicht einen Windhauch. Die Atmosphäre ist dick und schwül; die Wolken fahren wild, zerrissen und in beständigem Wechsel am Himmel umher. Endlich tritt allmählig eine tiefe und schauerliche Finsterniß ein und bedeckt den ganzen Horizont. Die Sonne ist in Dunkel gehüllt. Man vernimmt einen undeutlichen, tiefen und hohlen



Seesturm.

S. 96.

Ton, wie das Brausen eines fernen Wasserfalls oder das Heulen des Windes durch die Wälder. Schnelle und vorübergehende Windstöße und Regengüsse folgen rasch auf einander; man sieht verschiedene Zugvögel eilig am Himmel hinfliegen oder durch die Heftigkeit der Stöße herabgestürzt werden. Auch das auf den Feldern weidende Vieh zieht sich in instinktmäßiger Furcht vor der herannahenden Gefahr nach den Wäldern zurück, um dort Schutz zu suchen. Bald werden die Stöße ungestümer. In dem einen Augenblick rasen sie mit unbeschreiblicher Wuth dahin, im nächsten scheinen sie gleichsam plötzlich hinzusterben. In wenigen Stunden hat die Wuth des Orkans ihren Gipfel erreicht. Dann ist es, als ob alle Winde des Himmels, von jedem Striche des Compasses und mit Verderben beflügelt, aus ihren Höhlen losgelassen würden. Die größten Bäume werden niedergeworfen oder zersplittert und ihrer Aeste beraubt, die Fruchtfelder verwüstet, das Zuckerrohr wird zu Boden geworfen und in solchen Lagen, wo es dem Sturm mehr ausgesetzt ist, entwurzelt und wie Spreu umhergestreut. Viele Wohnungen werden niedergeweht oder abgedeckt, und die Bewohner derselben oft unter den Ruinen begraben oder herausgejagt, um obdachlos zu Grunde zu gehen. Man kann sich nichts Schauerlicheres denken, als das wilde Geheul und die drohende Wuth eines Orkans während der Nacht, wenn die hellen und schnell auf einander folgenden Blitze den Himmel durchzucken, die Finsterniß grell erleuchten und so die Schrecken der Scene erhöhen."

Die Meteorologen wußten längst schon, daß es noch viele mit dem Ursprung und Fortgang der Winde verbundene Erscheinungen gebe, welche die neuere Wissenschaft nicht genügend zu erklären vermöge. Man hat nun diesen neuerdings alle Aufmerksamkeit zugewendet und man darf erwarten, daß die Schwierigkeiten, welche noch die Erklärung mancher atmosphärischen Erscheinung begleiten, gehoben werden. Ohne auf eine Erklärung der theoretischen Ansichten einzugehen, welche neuerdings auftauchten, glauben wir genug zu thun, wenn wir eine schätzbare Notiz anführen, welche von dem engl. Oberst Reid gegeben wurde, und welche wahrscheinlich die Grundlage einer neuen und genauen Untersuchung der Umstände bilden dürfte, unter denen das atmosphärische Gleichgewicht gestört wird und jene Phänomene zum Vorschein kommen. Oberst Reid erzählt, er sey im Heeresdienste nach der Insel Barbados gerufen worden, und zwar kurz nach dem großen Orkan von 1831, der in einem Zeitraum von sieben Stunden nicht nur Gebäude niederwarf und das Land verheerte, sondern auch noch 1477 Personen tödtete. Dieß führte ihn darauf, den Ursprung und Verlauf, sowie die Wirkung dieser Stürme zu studiren. Im Laufe seiner Forschungen machte er sich mit den Ansichten früherer Meteorologen bekannt

Franklin scheint der erste Naturforscher gewesen zu seyn, der durch sein Studium des Ursprunges der nordöstlichen Stürme, die an der Küste von Amerika so häufig sind, eine Beobachtung machte, die zur Wahrheit führte. Durch einen derselben ward er in Philadelphia verhindert, eine Sonnenfinsterniß zu beobachten, welche Erscheinung doch, wie er nachher erfuhr, zu Boston gesehen worden war, das nordöstlich von Philadelphia liegt. Dieß führte zu weiteren Forschungen, und er überzeugte sich endlich, daß die nordöstlichen Stürme von Südwesten kamen.

Der englische Oberst Capper, welcher 20 Jahre lang in der Präsidentschaft Madras meteorologische Studien machte, schrieb im Jahr 1801 ein Werk über Winde und Passatwinde. Dieser Gelehrte behauptete, die Orkane seyen große Wirbelwinde, und die Stellung eines Schiffes in diesen Wirbelwinden könne bestimmt werden, denn je näher es dem Wirbel komme, desto schneller springe der Wind um. Spätere Forschungen zeigten, daß Oberst Capper Recht hatte.

Herr Redfield, ein neuerer Beobachter, brachte zur Gewißheit, daß, während an der Küste von Amerika die nordöstlichen Stürme vorherrschen, im atlantischen Meere ein südwestlicher Sturm war, und daß der Wind in entgegengesetzten Lagen auch von entgegengesetzten Seiten herblies. Diese großen Stürme sind in der That progressive Wirbelwinde und drehen sich immer in derselben Richtung herum. Oberst Reid hat die Genauigkeit dieses Progresses nachgewiesen, seine Ansicht in einem großen Bande durch passende Karten vollständig erläutert, und zugleich die Aufmerksamkeit der Gelehrten auf das Studium der Wetterbeobachtungen gelenkt.

Wir brauchen hier keinen Vergleich zwischen der Summe des durch die Atmosphäre unter gewissen Umständen hervorgebrachten Unheils und ihrem wohlthätigen Einfluß auf das Menschengeschlecht anzustellen. Jede Erscheinung läßt sich von zwei Seiten betrachten. Wir werden jedoch zur Genüge lernen, daß kein Agens einzig dem Zwecke der Zerstörung dient. Der Reisende mag bisweilen von den ungeheuren Sandmassen verschüttet werden, welche die aufgeregte Luft bei ihrem Flug über die Wüste mit sich trägt, und die lieblichste Gegend mag oft durch ihre Wuth in das Gegentheil verwandelt werden: aber dieselbe Kraft sorgt auch für unsere Bedürfnisse und Vergnügungen. Sie führt die Reichthümer und geistigen Schätze ferner Zonen über den schwellenden Busen der Oceane; sie hilft dem Menschen bei seinen schwersten Arbeiten, und trägt Leben und Gesundheit auf ihren balsamischen Schwingen.

Nachdem wir von den Winden gesprochen haben, müssen wir auch der Windstillen erwähnen. Jeder unserer Leser wird wohl schon gehört haben, daß der Seefahrer in der Nähe des Aequators häufig von

Windstillen in seinem Kurse aufgehalten wird. Der Gürtel der Calmen oder Windstillen liegt im atlantischen und im stillen Ocean zwischen den Grenzen der Nord- und der Südpassatwinde, und wechselt mit der Abweichung der Sonne, welcher er folgt. Deßhalb ist im atlantischen Ocean der Gürtel der Windstillen am breitesten im August, nämlich 9 $^3/_4$ Grad, am schmalsten im Dezember, nämlich nur 2 $^1/_4$°.

Latente Wärme.

Obgleich sich das Vorhandenseyn der latenten Wärme nicht durch eine fühlbare Wirkung bestimmen läßt, so haben wir doch Beweise ihrer Existenz, und eine Kenntniß von ihrer Thätigkeit wird manche in der Natur beobachteten Erscheinungen erklären helfen. Vielleicht erläutert die Darstellung eines Experiments die Natur ihres Einflusses auf die Materie besser, als jede Beschreibung. Man nehme ein Gefäß, welches Eis enthält, tauche es in Quecksilber von einer Temperatur von 60° Réaum., bringe einen Thermometer sowohl in das Wasser als in das Quecksilber, und beobachte dann die Wirkungen, welche an beiden vor sich gehen. Es wird augenblicklich eine Leitung fühlbarer Wärme von dem Quecksilber nach dem Eise Statt-finden. Das Thermometer im Quecksilber wird zu fallen anfangen, und man sollte nun erwarten, daß das im Eis zu steigen beginne. Dieß geschieht jedoch nicht. Es bleibt wie es war, obgleich das Eis rasch schmilzt. Wenn das Eis gänzlich geschmolzen ist, wird das Thermometer im Quecksilber bedeutend gefallen seyn, das im Eis jedoch wird noch auf dem Gefrierpunkt stehen und die Temperatur des Wassers dieselbe wie die des Eises seyn, obgleich ihm das Quecksilber so viel fühlbare Wärme mitgetheilt hat. Es läßt sich nun über die Verwendung der Wärme, welche das Eis in sich aufgenommen hat, nur Eine Meinung aufstellen: es ist in die einzelnen Bestandtheile übergegangen und latent, d. h. gebunden, vorhanden. Zur Bildung des Prozesses des Zerschmelzens ist eine gewisse Quantität Wärmestoff erforderlich, und diese wird deßhalb bisweilen der Wärmestoff der Flüssigkeiten oder die Schmelzwärme genannt. Auch ist der Umstand, daß das Agens seine Fähigkeit, Sinne und Thermometer zu afficiren, verlieren sollte, nicht weniger seltsam, als der andere, daß die Eigenschaften zweier oder mehrerer Elemente durch chemische Verbindungen zu Grunde gehen sollten.

Aus diesen Thatsachen läßt sich der Schluß ziehen, daß beim Prozeß des Gefrierens eben so viel Wärme abgegeben werden muß, als beim Schmelzen erhalten wird: ein Satz, dessen Wahrheit sich leicht darstellen läßt, wenn man bei einem ähnlichen Experiment Wasser unter Quecksilber bringt, welches in eine Temperatur unter dem Gefrierpunkt versetzt ist.

Es ist nicht schwer, die Summe der Wärme zu bestimmen, welche ein Körper während seines Zerschmelzens verzehrt. Man nehme zwei gleiche Gefäße, wovon das eine eine Unze Wasser von 0 Grad, das andere eine Unze Eis enthält, und tauche sie, nachdem man in jedes Gefäß ein Thermometer gestellt hat, in ein Quecksilberbad von einer hohen Temperatur. Zur Zeit, wo das Eis schmilzt, wird das Thermometer im Wasser auf 62° Réaum. stehen Demzufolge wird ihm eine Temperatur von 48 Grad mitgetheilt worden seyn. Aber die Temperatur des geschmolzenen Wassers ist nicht höher als die des Eises beim Beginn des Experiments, woraus man schließen darf, daß eine Temperatur von 48 Grad erforderlich ist, um Eis flüssig zu machen. Daß es der Schmelzprozeß ist, der das Eis verhindert, eine höhere Temperatur anzunehmen, ist klar; denn wenn man gleiche Quantitäten Wasser von 0 Grad und 50 Grad miteinander mischt, so wird eine Temperatur von 30 Grad hervorgebracht werden, d h. das Ganze wird eine Temperatur haben, die etwa gleich der Hälfte der Summe der Theile ist.

Beinahe alle flüssigen Körper lassen sich in den Zustand der Festigkeit bringen. Sie gefrieren jedoch unter verschiedenen Temperaturen. So lassen sich auch andererseits alle festen Körper (Kohle ausgenommen) schmelzen. Viele derselben erfordern jedoch eine sehr bedeutende Hitze.

Diese Thatsachen setzen uns in den Stand, einige meteorologische Erscheinungen zu erklären, die uns sonst im höchsten Grade in Erstaunen setzen würden. Unsere Leser dürften wohl schon die Bemerkung gemacht haben, daß sich die Luft im Allgemeinen während eines Thauwetters kälter fühlt, als wenn der Boden wirklich mit Eis bedeckt ist, was offenbar durch die Wärmeentziehung aus der Atmosphäre hervorgebracht wird. Um nämlich das Eis in einen flüssigen Zustand zu versetzen, muß es von einer gewissen Quantität Wärmestoff durchdrungen werden, der eine Hauptbedingung zur Hervorbringung des Schmelzprozesses ist. Nun kann dieß nur dadurch geschehen, daß einer andern Substanz etwas von ihrer fühlbaren Wärme entzogen wird. Daraus folgt, daß die Atmosphäre während eines Thauwetters eine niedrigere Temperatur hat, als wenn das Eis den Boden und die Oberfläche der See und Flüsse bedeckt.

Wenn aber ein Thauwetter die Temperatur der Atmosphäre zum Fallen bringt, so muß ein Frost sie erhöhen. Wenn das Wasser einen festen Zustand annimmt, so läßt es ebensoviel Wärme fahren, als es während seines Schmelzprozesses empfängt. Ein großer Theil dieser Wärme theilt sich der Atmosphäre mit. Sind daher keine andere Ursachen vorhanden, welche die Quantität der fühlbaren Wärme zu vermindern streben, so muß die Temperatur durch diejenige Wärme erhöht werden, welche ihr das Wasser während seines Festwerdens gibt.

Bisher haben wir nur zwei Zustände der Materie: den der Festigkeit und den der Flüssigkeit, betrachtet; wir gehen jetzt auf die Erklärung des Einflusses der Wärme auf die Dampfbildung über. Wenn man z. B. Wasser eine gehörige Zeit lang irgend einer Art Wärme aussetzt, so wird die Temperatur desselben so lange zu wachsen fortfahren, bis es 80° Réaum. erreicht hat. Ueber diese hinaus kann es nicht gesteigert werden. Die einzige Folge einer Fortsetzung der Steigerung wird die Bildung von Dampf seyn. Wir haben nun die interessante Frage: was aus der Wärme wird, die sich dem Wasser mittheilt, nachdem seine Temperatur bereits auf den Siedpunkt gesteigert ist? Diese Frage kann nur auf zwei Arten beantwortet werden: Es wird jene entweder mit dem Dampfe fortgeführt, oder dient sie in einem latenten und für das Thermometer nicht meßbaren Zustand zur Bildung des elastischen Fluidums. Daß sie nicht durch den Dampf fortgeführt wird, ist gewiß; denn das Thermometer gibt kein Zeugniß von ihrer Anwesenheit in demselben. Sie muß daher in einem latenten Zustande mit ihm verbunden seyn, und wir hätten diese Analogie zwischen den Ursachen des Schmelzens und der Dampfbildung erwarten dürfen.

Die Quantität der zur Verwandlung des Wassers in Wasserdunst oder Dampf nothwendigen latenten Wärme läßt sich durch ein sehr einfaches Experiment annähernd bestimmen. Man nehme ein Gefäß, das $5\frac{1}{2}$ Unzen Wasser von 0° Réaum. enthält, und lasse das Röhrenende einer Retorte hineingehen, welche eine Unze siedendes Wasser enthält. Wird nun das Wasser in der Retorte als Dampf in das kalte Wasser hinübergetrieben, so wird man finden, daß, sobald das Ganze verdampft ist, die $5\frac{1}{2}$ Unzen den Siedpunkt erreicht haben werden. Daraus ersehen wir, daß der Dampf von einer Unze Wasser so viel Wärme in einem latenten Zustande enthält, daß dadurch $5\frac{1}{2}$ Unzen von 0 Grad auf eine Temperatur von 80 Grad gebracht werden, oder mit andern Worten, daß sie die fühlbare Wärme des Wassers um 80 Grad vermehren können. Hätte man nun noch die zur Bildung des Dampfes nothwendige Wärme in ihrem fühlbaren Zustande in die Unze Wasser übertragen können, so würde sie die Temperatur desselben auf 440 Grad, d. h. auf $5\frac{1}{2}$mal 80 erhöht haben. Wenn daher eine Unze Wasser vom flüssigen Zustande in Dampfform übergeht, so hat sie so viel Wärme erhalten, daß sie, wofern dieselbe fühlbar wäre, die Temperatur des Wassers auf 440 Grad erhöhen würde.

Der Dampf ist gänzlich unsichtbar, und der weiße wolkige Strom, den man aus einem Gefäß mit siedendem Wasser aufsteigen sieht, der sogen. Schwaden, ist eine Verdichtung dieses Dampfes, welche durch sein Zu-

sammentreffen mit einer Atmosphäre von niederer Temperatur erzeugt wird. Dr. Wollaston erfand einen hübschen Apparat, die Unsichtbarkeit des Dampfes zu beweisen. Dieser Apparat zeigt zugleich die zwei wichtigsten Eigenschaften des Dampfes: seine Elasticität und seine Verdichtungsfähigkeit. Er besteht aus einer gläsernen Röhre von etwa 6″ Länge und $^3/_4$″ im Durchmesser, welche an einem ihrer Enden eine Kugel hat. In das offene Ende ist ein Kolben eingepaßt, welcher durchbohrt ist, so daß er durch eine Schraube am Ende geöffnet oder geschlossen werden kann; die Stange des Kolbens wird dadurch, daß sie durch ein Stück Kork gesteckt ist, in einer senkrechten Lage erhalten. Vermittelst eines metallenen Rings ist eine Handhabe an die Röhre befestigt. Wenn das Instrument gebraucht werden soll, so muß man eine kleine Quantität Wasser in die Kugel bringen und dasselbe durch eine Spirituslampe bis zum Sieden bringen, wobei die Oeffnung so lange offen gelassen wird, bis die Luft ausgetrieben ist. Dann schließe man die Oeffnung und steigere den Dampf, bis er den Kolben aufwärts treibt. Taucht man die Röhre nun in ein kaltes Wasser, so wird sich der Dampf verdichten, ein leerer Raum gebildet werden, und der Druck der Atmosphäre wird den Kolben abwärts drücken. Dieses kleine Instrument zeigt die Anwendung des Dampfes als bewegende Kraft. Wir können jedoch diese schöne Anwendung einer natürlichen Kraft hier nicht besprechen, da der Hauptzweck dieses Buches der seyn soll, die natürlichen Erscheinungen zu erklären, welche von den Gesetzen der Materie abhängen.


Instrument, um die Expansivkraft des Dampfes zu zeigen.

Wir haben schon erwähnt, der Siedpunkt des Wassers sey auf dem Thermometer von Fahrenheit mit 212°, auf dem von Celsius mit 180°, auf dem von Réaumur mit 80° bezeichnet. Der Leser wird jedoch wahrscheinlich wissen, daß der Siedpunkt nicht beständig derselbe ist, sondern sich nach den Umständen richtet. Unter Anderem müssen wir nur das erwähnen, daß der Siedpunkt immer eine nahe Beziehung zu der Höhe des Barometers, oder mit andern Worten, zum atmosphärischen Druck hat. Da nun der atmosphärische Druck selbst an manchen Orten wechselt, so wird auch der Siedpunkt eine leichte Veränderung erfahren. Wenn wir aber gar den Druck von verschiedenen Höhen messen, so wird die Veränderung eine sehr bedeutende seyn, und an solchen Punkten werden wir auch eine verhältnißmäßige Verschiedenheit in der Temperatur, unter welcher das Wasser siedet, wahrnehmen. Um zu beweisen, daß der Siedpunkt eines Fluidums in demselben Grade fällt, als der Druck abnimmt, darf

man nur eine Flasche mit Wasser von etwa 75° Réaum. unter den Recipienten einer Luftpumpe bringen, und das Wasser wird sieden, ehe noch der Recipient geleert ist, weil ein geringerer Druck auf die Flüssigkeit ausgeübt wird. Dasselbe Resultat kann noch auf eine andere Weise erzielt werden. Man koche eine kleine Quantität Wasser in einer dünnen Flasche. Während der Dampf abgeht, entkorke man die Flasche und entferne sie von der Wärmequelle. Das Sieden wird beinahe augenblicklich aufhören. Taucht man jedoch die Flasche in kaltes Wasser, so wird es von Neuem beginnen. Dieses merkwürdige Resultat wird durch die Verdichtung des Wasserdampfes hervorgebracht, der die Bildung eines leeren Raums über der Flüssigkeit erzeugt, und da der Siedpunkt durch die Entfernung des äußern Drucks gefallen ist, wird das in der Flasche enthaltene Wasser von Neuem wieder in einen Zustand des Siedens versetzt.

Aus diesen Experimenten und Thatsachen folgt als nothwendiges Resultat, daß ein vermehrter Druck den Siedpunkt erhöhen werde. Die Temperatur, bis zu welcher das Wasser gesteigert werden kann, ist unbegrenzt, die Beschränkung ausgenommen, welche aus der Quantität des Druckes entspringt. Das Wasser kann in der That bis zur Rothglühhitze erwärmt werden, ohne daß es siedet.

Diese Ergebnisse stehen in enger Verbindung mit den von Reisenden gefundenen Resultaten. Diejenigen, welche Gebirgsgegenden besuchten, haben häufig die Beobachtung gemacht, daß der Siedpunkt der Flüssigkeiten im Verhältniß mit der Höhe des Orts über der Meeresfläche wechselte. Aus dem, was wir bereits in Betreff der Atmosphäre gesagt haben, wissen wir, daß der Druck auf dem Gipfel eines Gebirgs geringer ist, als in den Ebenen am Fuße desselben. Folglich wird auch der Siedpunkt der Flüssigkeiten niedriger stehen. Dieser Satz ist auch umgekehrt wahr, und in tiefen Bergwerken muß der Siedpunkt im Verhältnisse steigen.

Wie beim Prozeß der Verdampfung eine große Quantität Wärme mit den Körpertheilchen verbunden seyn muß, so muß eine eben so große Quantität durch die Dämpfe abgegeben werden, wenn sie wieder in einen flüssigen Zustand zurückkehren. Der von einem Kubikzoll Wasser erzeugte Dampf wird einen Raum von 117 Kubikzoll einnehmen. Die ganze latente Wärme, die er enthält, muß aber entfernt werden, ehe er zur Flüssigkeit verdichtet werden kann.

Die Gelehrten haben einen Unterschied zwischen Dampf und Gasen gemacht, obgleich die Analogie ihrer physikalischen Zustände groß genug ist, um die Annahme zu rechtfertigen, daß sie denselben Ursprung haben. Die Gase wurden wahrscheinlich unter der Voraussetzung von den Dämpfen getrennt, daß sie nie die flüssige Form annehmen könnten. Man

nannte sie daher bisweilen die beständig elastischen Fluiden. Es unterliegt jedoch jetzt keinem Zweifel mehr, daß die Gase so gut wie die Dämpfe in einen flüssigen Zustand versetzt werden können, und daß man ihnen nur ihre latente Wärme zu entziehen braucht, um sie in dieser Form darzustellen. Die größte Quantität Kälte, die je hervorgebracht wurde, ist nicht im Stande, dieses Resultat zu erzielen. Dem Dr. Faraday ist es gelungen, einige Gase mittelst eines andern Prozesses zu verdichten; und so hat er einen Beweis dafür geliefert, daß man den Schluß ziehen darf, es würden sich auch andere reduciren lassen, wofern nur die der Experimentation entgegenstehenden Hindernisse gehoben werden könnten. Es ist eine anerkannte Thatsache, daß, wenn ein elastisches Fluidum eine mechanische Compression (Zusammendrückung) erleidet, seine Temperatur erhöht wird, indem dadurch ein Theil seiner latenten Wärme fühlbar gemacht wird. Die fühlbare (freie) Wärme läßt sich leicht durch die Berührung mit einem kalten Körper herausziehen, so daß man durch Fortsetzung der Compression und Entziehung der fühlbaren Wärme möglicherweise so viele latente Wärme entfernen kann, als nothwendig ist, um das Gas in eine flüssige Form zu bringen. Dadurch, daß Dr. Faraday die Gase in starken Glasröhren dem Druck ihrer eigenen elastischen Kraft unterwarf, gelang es ihm, neun derselben zu verdichten. Das Sauerstoffgas, das Stickstoffgas und das Wasserstoffgas widerstanden jedoch einem Druck von 800 Atmosphären, so daß wenig Aussicht vorhanden ist, je etwas von den Flüssigkeiten zu erfahren, aus denen sie entstanden sind. Wenn wir uns erinnern, daß Sauerstoff und Stickstoff Hauptbestandtheile der atmosphärischen Luft sind, so wird es uns nicht schwer werden, aus den angeführten Thatsachen ein Zeugniß von der Weisheit abzuleiten, die der Schöpfer in der Wahl und den Bestandtheilen der Stoffe entfaltet hat. Wenn wir statt einer Atmosphäre von Gasen eine solche von Dämpfen erhalten hätten, so hätten diese alle bei einer ungünstigen Jahreszeit in eine Flüssigkeit verwandelt werden und die Wesen, deren Existenz von ihnen abgehangen, zu Grunde gehen können.

Verdunstung.

Die Bildung des Dampfes hängt nicht immer vom Sieden ab, oder mit andern Worten, es ist nicht durchaus nothwendig, daß eine Flüssigkeit zum Sieden gebracht werde, um Dampf zu erzeugen. Eine Flüssigkeit kann unter jeder Temperatur Dampf auf ihrer Oberfläche erzeugen, obgleich die Quantität desselben mit der fühlbaren Wärme steigt. Man nahm früher an, daß die Verdunstung aus einer chemischen Verwandtschaft zwischen den Lufttheilchen und den verdunstenden Flüssigkeiten entstehe. Diese

von Halley aufgestellte Theorie wurde aber durch die Versuche Dalton's umgestoßen; und wenn wir auch keinen andern Beweis dagegen hätten, so würde die Bildung von Dämpfen im luftleeren Raum ein hinreichender Widerspruch seyn.

Jede Wassermasse auf der Oberfläche der Erde und jede feuchte oder dunstige Gegend bietet ein Beispiel der Verdunstung dar. Alle Theile der Erde tragen eine Masse atmosphärischer Luft, welcher sie beständig Wasserdünste mittheilen. Dieser Proceß findet nur in der Sättigung der Luft seine Grenze, und dieser Punkt der Sättigung besteht in der Aufnahme einer solchen Quantität, welche einen genügenden Druck ausübt, um jede weitere Verdunstung zu verhindern.

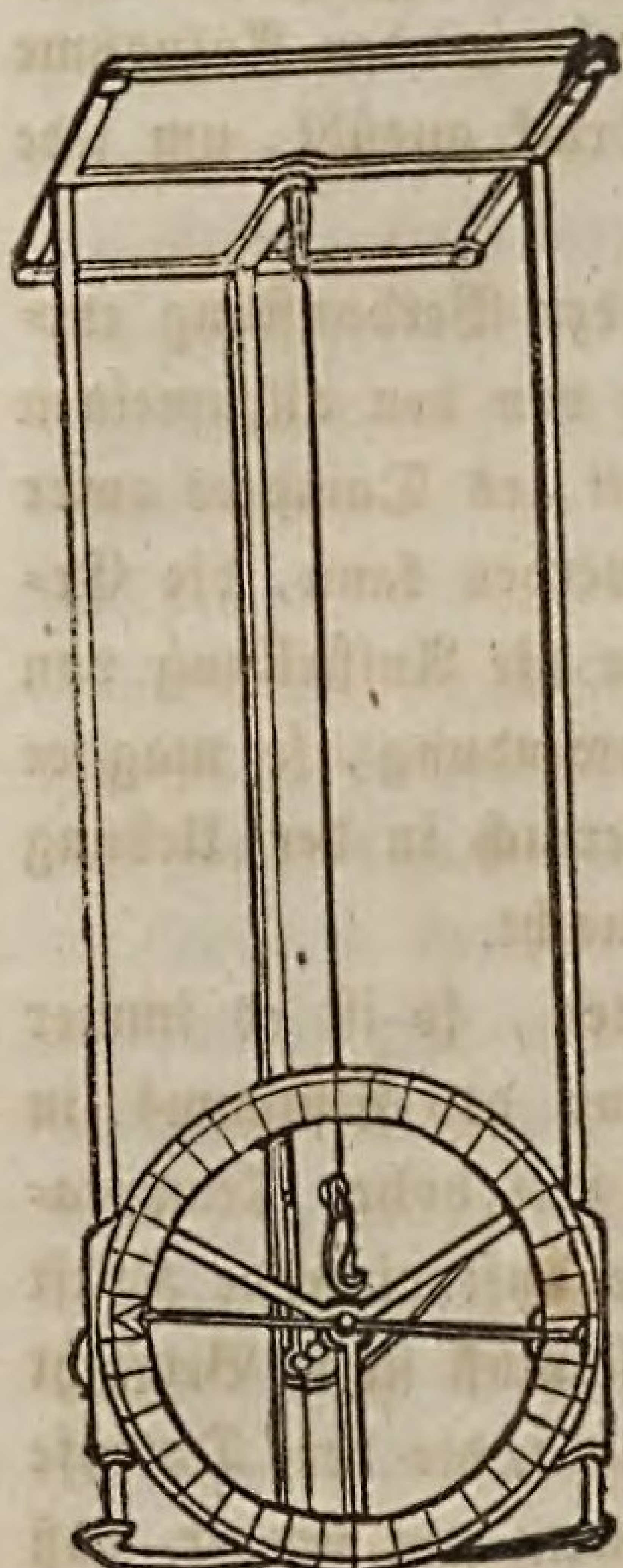
Da es viele Erscheinungen gibt, welche aus der Verdunstung entspringen, so dürfte es nothwendig seyn, zuerst einige von den allgemeinen Gesetzen anzuführen, welche die Bildung und Thätigkeit des Dampfes unter diesen Umständen regeln, ehe ein Versuch gemacht werden kann, die Erscheinungen selbst zu erklären. Sollte daher der Leser die Aufstellung von Grundsätzen weniger interessant finden, als ihre Anwendung, so mag er sich mit dem Gedanken trösten, daß jeder ernste Versuch in der Uebung der Verstandeskräfte die nächste Mühe desto leichter macht.

Wenn wir den Proceß der Verdunstung beobachten, so ist es immer durchaus nothwendig, daß wir auch die Temperatur des Fluidums in Augenschein nehmen, aus dem der Dampf aufsteigt. Bei hoher Temperatur ist die gegen die Verdunstung durch atmosphärische Luft wirkende Kraft gänzlich unmeßbar; ist aber die Temperatur niedrig, so muß sie in Betracht gezogen werden, denn alsdann kann sie eine Kraft haben, die dem Dampfe selbst beinahe gleich ist. Aus Dr. Dalton's Experimenten geht hervor, daß unter jeder Temperatur zwischen 80 und 48 Grad R. die Geschwindigkeit der Verdunstung in genauem Verhältnisse mit der elastischen Kraft und Spannung des Dampfes stehe. Sobald aber die Temperatur vermindert wird, unterliegt das Gesetz größeren Veränderungen durch die Spannung des aufsteigenden Dampfes, weil der in der Atmosphäre vorhandene einer Gleichheit mit diesem Dampfe näher kommt. Um daher die elastische Kraft des Dampfes zu bestimmen, der durch Verdunstung aus einer Flüssigkeit aufsteigt, muß man vorher den durch die Wasserdünste in der Atmosphäre ausgeübten Druck berechnen.

Zur Feststellung der zu irgend einer beliebigen Zeit in der Atmosphäre vorhandenen Quantität Dampf bedient man sich gewisser Instrumente, welche Hygrometer heißen. Der Grundsatz, auf dem ihre Construction beruht, ist der: eine Substanz anzuwenden, die im Stande ist, Feuchtigkeit in der Art einzusaugen, daß durch eine mechanische Vorrichtung der

Betrag des in irgend einem Raum enthaltenen Wasserdunstes gemessen werden kann.

De Luc bediente sich zu diesem Endzweck eines Stückchens Fischbein, einer Substanz, welche die Feuchtigkeit sehr schnell einsaugt, und befestigte einen Zeiger an dasselbe, der leicht eine Bewegung um ein eingetheiltes Zifferblatt machen konnte. Durch Notirung der Anzeichen des Instruments zu verschiedenen Perioden wird der Beobachter eine vergleichende Schätzung für die Quantität des in der Atmosphäre enthaltenen Dampfes gewinnen.


Hygrometer.

Saussure's Hygrometer besteht aus einem, vorher in einer ätzenden Lauge gekochten, menschlichen Haar. Dasselbe ist am einen Ende an einen Hacken befestigt, am andern ist ein Gewicht angebracht. Sobald sich das Haar ausdehnt oder zusammenzieht, theilt es durch eine einfache mechanische Vorrichtung einem Zeiger, der über einen eingetheilten Bogen geht, die entsprechende Bewegung mit.

Die von den Gelehrten gewöhnlich gebrauchten Hygrometer geben die verhältnißmäßigen Unterschiede des Wasserdunstes zu verschiedenen Perioden an, ohne daß dabei das Gewicht des zur Zeit des Experiments in der Atmosphäre befindlichen Wassers in Berechnung gezogen wird. Ich pflege mich eines kleinen Instruments meiner eigenen Construction zu bedienen, welches das Gewicht des in einem gegebenen Raum enthaltenen Wassers nach Granen mißt und demzufolge den Beobachter in den Stand setzt, die Summe des in einer gewissen Ausdehnung der Atmosphäre enthaltenen zu berechnen. Das Instrument besteht aus einem genau im Gleichgewicht erhaltenen Wagebalken, an dessen einem Ende ein Quadratfuß Seidenpapier, am andern eine Wagschale befestigt ist. Diese wurden unter Umständen, welche eine Dazwischenkunft von Wasserdampf verhinderten, in Uebereinstimmung gebracht. Durch dieses Instrument können nun die relativen Verhältnisse des in einer Luftmenge zu verschiedenen Perioden enthaltenen Dampfes oder bei besonderer Vorsicht die in der Atmosphäre selbst enthaltene Quantität leicht bestimmt werden.

Ein diesem ziemlich ähnliches Instrument wurde ebenfalls häufig von Meteorologen angewendet. Dieses bestimmt jedoch, wie auch noch andere der Art, die Veränderung in Graden vermittelst Winkelbewegung und nicht durch Gewicht. Es besteht aus einem Wagbalken, der ein Stück

Schwamm am einen Ende und einen dünnen Stab oder Zeiger am andern hat. Der Schwamm, der noch hygrometrischer gemacht werden kann, wenn er in eine Auflösung von Perlasche und Wasser getaucht wird, saugt schnell Flüssigkeit von der Luft ein; und in demselben Maaße, wie sein Gewicht zunimmt, hebt sich auch der Zeiger und gibt dadurch eine verhältnißmäßige Schätzung des Dunstes, der in der Atmosphäre vorhanden ist. —

Bisher galt der von Daniell erfundene Hygrometer für den zweckmäßigsten und genauesten; allein sein Gebrauch war so complicirt, daß er ein wahres Studium erforderte. Da wies noch überdem Döbereiner nach, wie unendlich schwierig es sey, mit Daniell's Hygrometer *) genaue Resultate zu erzielen, und construirte selbst ein Instrument, welches vor dem Daniell'schen mancherlei Vorzüge voraus hat und neuerdings immer allgemeiner in Aufnahme kommt. Es besteht aus einem kleinen Gefäß von dünnem Messingblech, welches außen vergoldet und mit einem Deckel geschlossen ist, durch welchen eine gekrümmte Röhre und ein kleines Thermometer hindurch reichen; eine andere gekrümmte Röhre, welche auf der Seite in das Gefäß einmündet, reicht mit ihrem einen Ende auf den Boden des Gefäßes hinab, während das andere Ende in eine Röhre reicht, das mit einer Druckpumpe in Verbindung steht. Dieses Rohr muß auf einen Tisch aufgeschraubt werden können, damit man Luft hineinpumpen kann, welche aus diesem Rohr in die kleine Verbindungsröhre und durch diese in Blasen in den Aether steigt, womit das Gefäß gefüllt ist. Dadurch verdampft der Aether rasch, und in Folge davon beschlägt sich die Außenseite des Gefäßes mit Feuchtigkeit, wie wir es an unsern Fensterscheiben sehen. Die mit Aetherdämpfen gesättigte Luft entweicht sodann durch die andere gekrümmte Röhre, woselbst der Aether schon nach seiner ganzen Ausdehnung gleiche Temperatur hat, weil ihn die Luftblasen in steter Bewegung erhalten. Wer eine Druckpumpe nicht zur Hand hat, der kann auch eine mit Luft gefüllte Blase anwenden, die er in das Rohr hinein ausdrückt. — Bei diesem Apparat wird also der durch die Erkältung des Gefäßes bewirkte Niederschlag aus der atmosphärischen Luft durch seine Quantität und seinen Temperaturgrad dabei das Maaß der in der Luft suspendirten Wasserdünste angeben; allein derlei Experimente sind nur dem Gelehrten handlich und für theoretische Zwecke geeignet, für das bürgerliche

*) Diejenigen unserer Leser, welche sich für die Beschreibung dieses freilich sinnreichen Instrumentes interessiren, müssen wir wegen derselben auf die „Einleitung in die Physik" von Leonhard Euler und Prof. Dr Müller (Stuttgart, J. B. Müller 1847), oder auf des letzteren „Lehrbuch der Physik und Meteorologie" (Braunschweig 1844) verweisen, da uns der Raum nicht erlaubt, dieses Instrument durch Bild und Wort näher zu schildern.

Leben genügen die zuvor beschriebenen Hygrometer von Haar oder von Seidenzwirn, oder der mit dem Schwamme.

Ein anderes, neueres Instrument zur genauen Bestimmung der in der Atmosphäre schwebenden Wasserdünste ist das sogenannte Psychrometer, welches besonders auch den Druck der Wasserdämpfe in der Luft angibt. Es besteht aus zwei nebeneinander stehenden Thermometern, an deren einem die Kugel mit einem feinen Leinwandläppchen umwickelt ist, während sie an dem andern frei bleibt. Die Differenz der beiden Thermometer, wenn man die freie Kugel des einen mit Wasser befeuchtet, gibt den Feuchtigkeitsgrad der Luft an. Auch dieses Instrument findet indeß mehr bei rein theoretischen Experimenten, als im bürgerlichen Leben Anwendung.

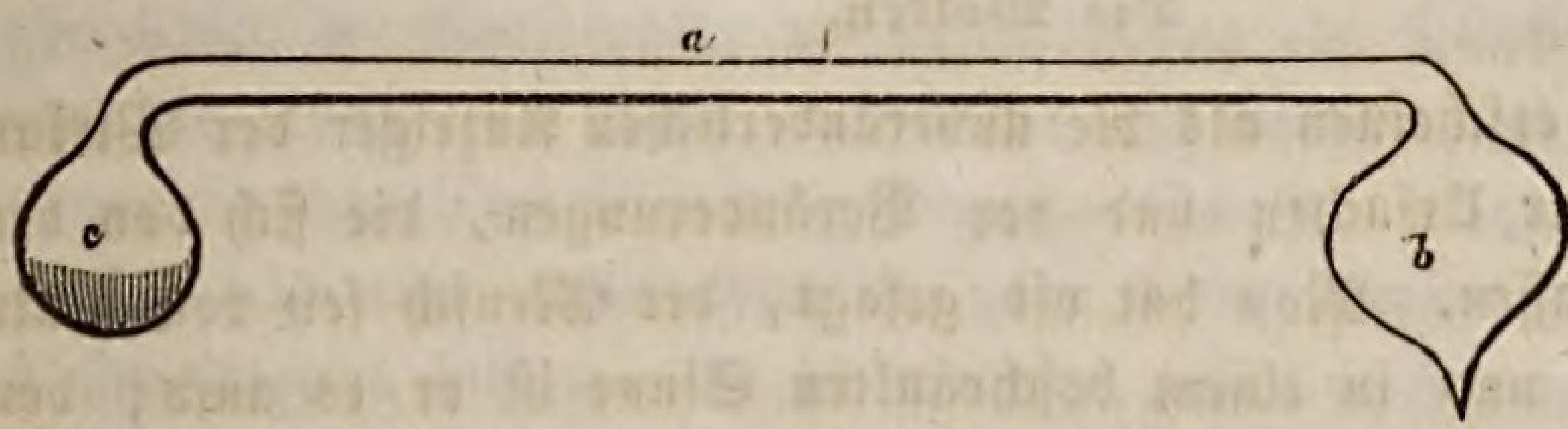
Wir haben bereits bewiesen, daß bei der Bildung des Dampfes durch Sieden eine beträchtliche Wärme-Entziehung Statt finden muß. Bei der Erzeugung des Dampfes durch Verdunstung ist dieß gleichfalls der Fall, die Temperatur der Flüssigkeit mag seyn, was sie für eine will. Dieß läßt sich durch mehrere interessante Versuche beweisen. Wenn man die Kugel eines Thermometers mit einem nassen Schwamme umgibt und denselben der Einwirkung der Sonne aussetzt, so wird das Thermometer schnell fallen. Das gleiche Resultat wird erzeugt werden, wenn man denselben mit Aether befeuchtet, einer Substanz, die sehr schnell verdunstet. Zur Dampferzeugung ist unter allen Umständen Wärme erforderlich. Bei Experimenten dieser Art kann sie aber nur dadurch gewonnen werden, daß man den mit ihr in Berührung stehenden Körpern oder ihrer eigenen Substanz fühlbare Wärme entzieht.

Derselbe Proceß geht auch in der Natur, nur in einem größeren Maaßstabe, vor sich. Wenn durch die Thätigkeit der Sonnenstrahlen von der Oberfläche der Gewässer oder aus feuchten Gegenden Dampf aufsteigt, so wird die Temperatur der unmittelbar auf diesem Erdtheil ruhenden Atmosphäre vermindert; denn um den Dampfzustand hervorzubringen, müssen die in der Nähe oder in Verbindung mit der Flüssigkeit befindlichen Körper ihrer fühlbaren Wärme beraubt werden.

Mit diesem Gegenstande steht ein höchst interessantes Experiment in Verbindung, welches von denen, die mit der Ursache desselben unbekannt sind, gewöhnlich mit Erstaunen betrachtet wird. Wenn man etwas Aether auf die Oberfläche von Wasser gießt, das sich in einem flachen, seichten Gefäße befindet, und beides dann unter den Recipienten einer Luftpumpe bringt, so wird, sobald die Luft ausgepumpt ist, der Aether sieden und das Wasser gefrieren. Diese entgegengesetzten Resultate verdanken offenbar derselben Ursache, nämlich der Verdunstung des Aethers, ihren Ursprung. Der Siedpunkt des Aethers ist durch die Entfernung des atmosphärischen

Drucks gefallen, die Verdunstung geht daher rasch vorwärts und die fühlbare (freie) Wärme des Wassers wird herausgezogen, um diese Veränderung des Zustandes zu erleichtern, bis endlich so viel entfernt ist, daß das Wasser gefriert.

Wollaston erfand ein Instrument, das er Kryophor nannte und welches denselben Grundsatz erläutert. Dieses Instrument besteht aus einer gläsernen Röhre, die an jedem Ende eine Kugel hat, welche einen rechten Winkel mit ihrer Längenausdehnung bildet.



Kryophor.

Am Grunde einer dieser Kugeln b befindet sich eine kleine Röhre, durch welche eine Flüssigkeit (gewöhnlich Wasser) hereingeführt wird. Wenn dieses nach dem entgegengesetzten Knollen c gebracht ist, wird es gekocht, so daß das ganze Instrument sich mit seinem Dampfe füllt, worauf man dann die Röhre zuschmilzt. Wird nun das Wasser in der einen Kugel angesammelt und die entgegengesetzte in eine eiskalte Mischung getaucht, so wird sich der Dampf schnell verdichten und ein leerer Raum entstehen. Nun wird neuer Dampf gebildet, der eine so große Wärme-Entziehung zur Folge hat, daß das Wasser gefriert. Dieses physikalische Spielzeug beweist auf höchst sinnreiche Weise, daß die Temperatur durch Verdunstung fällt.

Es war keineswegs unsere Absicht, dem Leser eine systematische Erklärung der Lehre von der Wärme zu geben, sondern wir wollten nur diejenigen Facta beschreiben, die ihn in den Stand setzen können, die Erscheinungen zu verstehen, welche aus der Existenz und Wirkung dieses Agens entspringen. Einige von den hier angeführten Sätzen mögen wenig oder keine Beziehung zu atmosphärischen Erscheinungen zu haben scheinen, allein der Leser wird erst dann im Stande seyn, über die Wahrheit oder Unwahrheit derselben zu entscheiden, wenn er das ganze Kapitel durchgelesen hat.

Die verschiedenen Umstände, unter denen der Wärmestoff auf Körper wirkt, und die Feinheit seines Einflusses haben den Naturforschern die genaue Bestimmung seiner Thätigkeit bei manchen Veränderungen, die ohne Zweifel von ihm abhängen, sehr erschwert. Wenn wir den Erscheinungen nachforschen, welche die äußeren materiellen Gegenstände darbieten, so können wir möglicherweise jenen verborgenen Agentien, denen wir eine Macht über die Materie beimessen, eine ungebührende Uebermacht zuschreiben und den Einfluß weniger in Betracht ziehen, den die Körper durch gänzliche

Unterdrückung oder Hemmung der Wirkungen derselben auf einander üben. Der Leser darf daher weniger darüber staunen, daß unsere Kenntniß der gewöhnlichsten Erscheinungen so beschränkt ist, als vielmehr darüber, daß der Erfolg mancher unserer Spekulationen überhaupt eine Spur von Gewißheit zeigt.

Die Wolken.

Die Wolken erscheinen als die unveränderlichen Anzeiger der Wirkungen atmosphärischer Ursachen und der Veränderungen, die sich von denselben erwarten lassen. Man hat oft gesagt, der Mensch sey von Natur aus Meteorolog, und in einem beschränkten Sinne ist er es auch; denn die Einflüsse äußerlicher materieller Agentien auf das animalische System sind so stark, und die Verbindung zwischen dem materiellen Gehäuse und dem denkenden Prinzip des Menschen ist so eng, daß schnelle und heftige Wechsel äußerlicher Zustände eben sowohl empfunden, als gesehen werden. Viele Vortheile entspringen jedoch aus dem Besitze der Kenntniß, welche uns in den Stand setzt, die Veränderungen vorauszusagen, die unter unsern Augen vorgehen; eine Kenntniß, die besonders für diejenigen von Vortheil ist, auf deren Beschäftigung das Wetter großen Einfluß hat. Der Landmann und der Matrose sind vermöge ihrer beständigen Aufmerksamkeit auf die Gestaltungen und Bildungen der Wolken größtentheils im Stande, die wahrscheinlichen Veränderungen mit einiger Gewißheit vorauszusagen und oft Unfälle zu vermeiden, die aus einer Unkenntniß derselben entspringen würden. Das Antlitz des Himmels ist in der That ein unfehlbares Zifferblatt, worauf sich Witterung und Jahreszeiten lesen lassen. Aber die Grundsätze, aus denen der Wetterkundige seine prophetische Geschicklichkeit schöpft, sind in solcher Unbestimmtheit in seinem eigenen Geiste vorhanden, daß er die Gründe für sein Urtheil selten auseinanderzusetzen vermag. Der Meteorologe muß sich in allen Dingen durch Erfahrung leiten lassen, und wenn die Resultate, die er erhält, sich nicht zu einem Systeme verbinden und auf eine Kenntniß philosophischer Ursachen gründen lassen, so kann auch seine Mittheilung von keinem Werthe für Andere seyn, und ihm selbst nur eine geringe Befriedigung gewähren. — Man hat mancherlei Versuche gemacht, um die Bildung der Wolken zu erklären. An alle bis jetzt vorgeschlagenen Theorieen knüpfen sich jedoch Schwierigkeiten, die vor der Hand noch nicht gehoben werden konnten. Es unterliegt keinem Zweifel, daß die Wolken aus der Verbindung von Wasserdünsten entstehen, die durch den Verdunstungs-Proceß in die Atmosphäre geführt worden waren. Nach welchem Proceß aber haben sich die Theilchen der Wasserdünste verbunden, wenn sie Wolken bilden und den Augen sichtbar werden?

Es gibt keinen physikalischen Lehrsatz, der an und für sich selbst die Erzeugung der Wolken zu erklären vermöchte. Sie bilden sich nicht immer durch Sättigung der Luft, denn die Atmosphäre hat selten den Grad der höchsten Feuchtigkeit erreicht, wenn sie zum Vorschein kommen; auch können sie nicht einer Verminderung der Wärme zugeschrieben werden, denn die Wolken sind bisweilen wärmer, als die sie umgebende Luft, und wenn die bloße Kälte der Atmosphäre eine Verdichtung der Dünste erzeugte, dann würde die Nacht uns immer nur Nebel und Wolken, als Folgen der Verdichtung der den Tag über aufgestiegenen Dünste, bringen.

Oft hält eine außerordentlich hohe Temperatur sehr lange an, ohne daß sich Wolken bilden. Es ist erwiesen, daß den ganzen Monat Januar 1785 hindurch die mittlere Temperatur gegen + 17° Réaumur betrug: eine Temperatur, welche die Verdunstung bedeutend unterstützen mußte, und dennoch fiel nicht ein Tropfen Regen, und die Feuchtigkeit der Luft verminderte sich so schnell, daß sie endlich fast ganz aufhörte. Erscheinungen diese Art lassen sich nicht leicht erklären.

Man nimmt allgemein an, daß die Wolken Verbindungen von Wassertropfen sind; und es ist ebenso beinahe durchgehends anerkannt, daß ihre Theile eine bläschenförmige Structur haben. Saussure erzählt, daß er bei seiner Wanderung in den Alpen eine Menge kleiner Kügelchen, wie Seifenbläschen, gesehen habe, welche die Bestandtheile einer vor ihm schwimmenden Wolke bildeten, im Allgemeinen die Größe einer Erbse hatten und allem Anschein nach mit einer unendlich dünnen Umhüllung bedeckt waren. Diese Theilchen stoßen sich, da sie mit einer gleichartigen Electricität geladen sind, gegenseitig ab, und dieß ist die Ursache, warum sie nicht einen flüssigen Zustand annehmen und als Regen herabfallen. Pouillet, vor dessen Talenten als einem der besten Lehrer und schärfsten Beobachter in Europa wir die höchste Achtung haben, behauptet, die Electricität könne während der Verdunstung ohne eine chemische Veränderung nicht frei werden. Wir haben jedoch Versuche von so entschiedenem Charakter gemacht, daß wir behaupten können, man dürfe sich auf dieß Resultat nicht ganz verlassen; denn wir können beweisen, daß bei jeder Verdunstung Electricität entwickelt werde. Wir wollen dieses Resultat als bewiesen annehmen, und die Aufzählung unserer Versuche und die Anführung der Mittel, durch welche das Faktum bestimmt wird, auf eine andere Gelegenheit sparen. Wenn also durch Verdunstung Electricität frei wird und der Dampf sich in Bläschen bildet, so müssen diese alle von gleicher Electricität seyn, und demzufolge einander abstoßen. Ist aber der angeführte Grundsatz unwahr, so sind Mittel genug vorhanden, um die Anhäufung der Electricität aus der Thätigkeit anderer Ursachen zu erklären.

Eintheilung der Wolken.

Um den Meteorologen einen Maaßstab an die Hand zu geben, nach welchem sie ihre Beobachtungen und Resultate vergleichen könnten, hat man ein System angenommen, das sie in Stand setzt, die verschiedenen Gattungen oder Modifikationen der Wolken zu klassificiren. Es gibt sieben Modifikationen: drei einfache, zwei mittlere und zwei zusammengesetzte. Die folgende Tabelle soll die Basis für die Bemerkungen bilden, die wir über die verschiedenen Gattungen machen werden:

Einfache Modifikationen.

1) Der Cirrus, die Locken- oder Federwolke, bildet parallele, sich schlängelnde und auseinanderstrebende Fasern, die durch Vermehrung nach einer oder nach allen Richtungen hin dehnbar werden. Sie erscheinen nach schönem Wetter zuerst am Himmel und sind bei trockenem Wetter eher streifig, bei feuchtem mehr verwaschen.

2) Der Cumulus oder die Haufenwolke bildet ausgeschweifte oder kegelförmige Haufen, welche von einer horizontalen Grundlage aus nach aufwärts zunehmen.

3) Der Stratus oder die Schichtwolke besteht aus weit ausgedehnten, ununterbrochenen horizontalen Schichten oder Streifen, die von unten zunehmen.

Mittlere Modifikationen.

1) Cirro-Cumulus, die federige Haufenwolke, bildet kleine, sehr bestimmte, rundlichte Massen in enger horizontaler Lage; man nennt sie im gemeinen Leben auch Lämmchen, Schafwölkchen.

2) Der Cirro-Stratus oder die federige Schichtwolke: Horizontale oder schwach geneigte Streifen, nach einer Seite oder nach dem ganzen Umfang hin verdünnt, abwärts geneigt oder wellenförmig, getrennt oder in Gruppen kleiner Wolken vorkommend, die diese Charaktere tragen.

Zusammengesetzte Modifikationen.

1) Der Cumulo-Stratus oder die geschichtete Haufenwolke ist eigentlich: der Cirrostratus vermischt mit dem Cumulus, und erscheint entweder mit den Haufen des letztern vermengt oder der Grundlage desselben eine ausgedehnte Wolkenschichte von blauschwarzer Farbe unterbreitend, welche oft den ganzen Horizont überzieht.

2) Der Cumulo-Cirro-Stratus oder Nimbus, die gehäufte federige Schichtwolke oder Regenwolke; eine Wolke oder ein

Haufe von Wolken, aus denen Regen fällt. Es ist eine horizontale Schichte, über welcher sich der Cirrus ausbreitet, während der Cumulus von der Seite und von unten hinein kommt. Dieser Nimbus wird oft so groß, daß er den ganzen Himmel überdeckt.

Diese Eintheilung der Wolken, welche für den gegenwärtigen Zustand der Wissenschaft der Meteorologie hinlänglich genau ist, verdanken wir dem Engländer Howard, der sich um diesen interessanten Zweig der Physik hoch verdient gemacht hat. Das Auge des gewöhnlichen Beobachters mag tausendmal, und ein Jahr um das andere, auf der weiten Himmelsfläche ruhen und nichts darin finden, was sein Gemüth begeisternd anregen und noch weniger ihn zu einer philosophischen Forschung nach den Ursachen reizen könnte; wenn sich aber auch nur wenig dort wahrnehmen läßt, was denjenigen Menschen interessiren könnte, dessen höchstes Ziel die persönliche Befriedigung seiner gröberen Natur ist, oder denjenigen, der die Erde durchwandert, ohne mehr von ihrem Zustande zu wissen, als er von sich selbst weiß, und der nie den Sinn der Phrase „die Poesie der Natur" zu begreifen vermochte: so liegt doch selbst in dem wankelmüthigsten aller Dinge, der Morgenwolke, eine Sprache. Wie das Antlitz des Menschen die Leidenschaften malt, durch welche sein Gemüth beherrscht wird, und die Stärke derselben zeigt, so zeigen die Wolken des Himmels die Ursachen, welche auf die Atmosphäre Einfluß ausüben, und eine durchdachte Kenntniß von dem Einfluß dieser Ursachen setzt ein Individuum in den Stand, künftige Resultate aus gegenwärtigen Erscheinungen zu prophezeihen.

Der Cirrus oder die Federwolke.



Diese Wolkenart hat eine geringere Dichtigkeit und im Allgemeinen eine größere Erhebung als jede andere. Bisweilen sieht man sie

sich über die ganze Hälfte der Hemisphäre ausbreiten; zu andern Zeiten zeigt sie sich in schmalen, dünnen Streifen, die da und dort gleichsam auf den blauen Himmel gemalt sind. Ihre Dauer ist eben so wandelbar, als ihre Ausdehnung; denn obschon sie häufig mehrere Stunden lang dieselbe Form beibehält, so ändert sie sich doch auch oft so schnell, daß sie sich schon nach wenigen Minuten nicht mehr als die zuerst beobachtete Wolke erkennen läßt. Ihre Richtung ist nicht weniger veränderlich. Von den erst gewobenen Fäden aus spinnen sich andere entweder seitwärts oder auf- und abwärts, und werden bald die Zweige neuer Schößlinge, während sich unter andern Umständen Querlinien bilden, welche die Seitenfäden durchschneiden, und so einen netzförmigen Bau zu Wege bringen. Es gibt in der That keine Wolkenart, die in ihrer Ausdehnung, Dauer und Form so veränderlich wäre, wie der Cirrus; doch scheint sie in all diesen Einzelheiten beständiger zu seyn, wenn sie in einer großen Höhe, als wenn sie in einer kleinen in's Daseyn tritt.

Man hat den Cirrus als ein Zeichen des Windes betrachtet; man muß sich jedoch erinnern, daß, wenn wir atmosphärische Veränderungen aus dem Vorhandenseyn oder Erscheinen von Wolken prophezeihen wollen, wir vorher sorgfältig die Umstände in Betracht ziehen müssen, unter denen sich jene gebildet haben. Horizontale Cirrusschichten, die sich immer da und dort in den Cirro-Stratus verwandeln, sind häufig von nasser Witterung begleitet; kleinere Gruppen derselben Wolke sieht man gewöhnlich bei schönem Wetter über den Himmel verbreitet. Wenn der Cirrus einem Sturm vorangeht, so ist er niederer und dichter, als zu andern Zeiten, und erhebt sich im Allgemeinen in einer Richtung, die jener entgegengesetzt ist, in welcher der Sturm heranrückt.

Die Meteorologen haben nun allgemein angenommen, daß der Cirrus als electrischer Leiter von einer Wolke zur andern oder von einer Luftmasse zur andern diene. Diese Annahme wird durch die Form der Wolke verbürgt; und es ist zu bemerken, daß Erscheinungen, die gewöhnlich der Electricität zugeschrieben werden, häufig die lang andauernde Gegenwart dieser Wolke begleiten, wenn zugleich trockene Winde vorherrschen.

Der Cirrus ist nicht mit Unrecht der Proteus des Himmels genannt worden. Die Veränderlichkeit seiner Form mag den Beobachter anfänglich verwirren, aber eine kleine Ausdauer und eine aufmerksame Prüfung wird ihn bald in den Stand setzen, denselben unter all den verschiedenen Formen, die er annimmt, zu entdecken. Es wäre wünschenswerth, daß die Federwolken in verschiedene Klassen getheilt würden; denn wir sind überzeugt, daß die verschiedenen Gattungen nicht genau denselben Ursachen beigemessen werden können, noch die Vorboten derselben Resultate sind.

Dr. Forster scheint eine Eintheilung dieser Art versucht zu haben, und es sey uns erlaubt, seine scharfsinnigen Bemerkungen über diesen Gegenstand hier anzuführen: „In der letztern Zeit habe ich mich gewisser specifischer Namen bedient, um damit die verschiedenen Formen jeder Modifikation zu bezeichnen. Ich habe das netzähnliche Gewebe den Reticular=Cirrus genannt. Diejenigen, welche örtlich und von einander abgetrennt sind, sich in vielen Richtungen verzweigen, und dadurch die Idee einer aufgelösten Haarlocke geben, können haarförmige genannt werden. Bisweilen zeigen sich kleine Fasern, wie Drahtbüschel, die ich fadenförmige genannt habe. Bei schönem, trockenem Wetter und leichtem Winde sieht man oft schräg herab=gehende Bänder von faserigtem Gewebe, die sich häufig langsam von der Windseite her in einer noch dazu kommenden Luftströmung fortbewegen. Durch das oben Angeführte will ich jedoch keineswegs behaupten, daß die Erscheinungen der verschiedenen Cirrusgattungen oder überhaupt irgend einer Wolke immer ganz dieselben seyen. Man findet im Gegentheil kaum zwei, die einander ganz gleich sind, und es gibt viele so verschiedene und vermischte Züge, daß man kaum den Versuch wagen kann, jeden besonders zu beschreiben. Bei einigen Witterungsverhältnissen spotten die zahllosen und ewig wechselnden Gestaltungen, die diese Wolke immer dem Auge darbietet, jedem Versuch einer Beschreibung." Die Beobachtung gibt nur die Mittel, die ihre Bekanntschaft erleichtern sollen. Eine Eintheilung, wie die hier von Dr. Forster angenommene, ist in der That zu wünschen. Sie müßte jedoch ganz auf Beobachtung gegründet seyn; dann aber könnten alle Meteorologen damit übereinstimmen.

Der Cumulus oder die Haufenwolke.



Der Cumulus ist eine dichte, hemisphärische Wolkenmasse, die von

einer horizontalen Grundfläche aufsteigt und sich gewöhnlich in den niedrigsten Regionen der Atmosphäre bildet. Er erscheint zuerst als eine kleine unregelmäßige Wolke; ehe er aber zu regnen anfängt, nimmt er rasch an Größe zu, Masse rollt auf Masse und bietet oft den Anblick eines Luftgebirges dar, wobei ein Berg über dem andern sich erhebt, und alle mit einem stets wechselnden Lichte bezeichnet sind. Wenn er der Vorbote des Regens ist, so hat seine Oberfläche ein wolliges Aussehen und bildet sich in dichten Massen und in niedrigeren Luftschichten als gewöhnlich. Bei schönem Wetter hat der Cumulus eine fest bestimmte, abgerundete Oberfläche, und vermehrt oder vermindert sich häufig, je nach der Temperatur, wobei er den ganzen Tag über eine oder die andere Form beibehält. — Howard sagt, wo er von dieser Wolkenmodifikation spricht: „Abgesehen von der Schönheit und Erhabenheit, die der Cumulus dem Antlitz der Natur verleiht, dient er noch dazu, die Erde vor den direkten Sonnenstrahlen zu schützen, indem er das Licht durch seine vielfältigen Reflexe ausbreitet und so zu sagen ökonomisch vertheilt; so wie er auch dazu behülflich ist, das Product der Verdunstung nach einem von der Stelle ihres Ursprungs entfernten Punkte zu bringen. Die Verbindung seiner feineren runden Formen und seiner schöneren Stellungen und Färbungen mit Wärme und Ruhe, so wie andererseits das Vorkommen des dunklen, zerrissenen, rauhen, gefleckten und schrecklichen Cumulus mit Kälte, Sturm und Ungewitter, darf als kein geringer Beweis von der Vollkommenheit jener Weisheit und Güte, welche sie bildete und erhält, angeführt werden."

Der Stratus oder die Schichtwolke.



Der Ausdruck „Stratus" begreift alle jene schleichenden Nebel in sich, die man während der Nacht, besonders in den Sommermonaten, von

niedrigen oder feuchten Lagen aufsteigen sieht. Einige Schriftsteller nennen ihn die niedrigste der Wolken; es gibt jedoch auch noch andere Wolken, die wie er mit ihrer untern Fläche auf der Erde ruhen. Der Stratus steigt im Allgemeinen nach Sonnenuntergang empor und vergeht bald nach Sonnenaufgang, wobei er sich allmählig von der Erde trennt und endlich zerstreut. Diese Modifikation wurde lange als der Vorbote von schönem Wetter betrachtet, und hat beinahe immer einen heitern Tag im Gefolge.

Der Cirro-Cumulus oder die federige Haufenwolke.



Der Cirrus verliert bisweilen seinen faserigten Charakter, und seine Streifen scheinen sich dann zusammenzuziehen und zu Kügelchen oder unregelmäßigen Massen zu bilden, indem sie sich horizontal legen und in die Atmosphäre versinken. — Dieß ist der Cirro-Cumulus. Einige Beobachter haben die Ansicht aufgestellt, daß diese Formveränderung aus dem (entweder durch einen Wechsel in seinem Bau oder in dem Zustand der Luft entstehenden) Aufhören seiner Funktion als electrischer Leiter der Atmosphäre entspringe. Der Cirro-Cumulus wird häufig bei trockenem Wetter im Sommer und unter gewissen Umständen in dem Zwischenraum zwischen zwei Regenschauern gesehen. Die Wölkchen des Cirro-Cumulus bedecken bisweilen an einem schönen Sommerabend fast den ganzen Himmel, während sie zu andern Zeiten scharf abgeschnitten und weit von einander getrennt liegen. Die wechselnden Formen dieser Wolke sind von eigenthümlicher Schönheit, und es gibt keine Modifikation, die so leicht die Aufmerksamkeit eines Beobachters der Natur auf sich zieht. Aber obwohl er gewöhnlich der Vorläufer von schönem Wetter ist, so ist er nicht

immer auch ein Anzeichen des Friedens, denn wenn er zugleich mit dem Cumulo-Stratus erscheint, so darf man sicher seyn, daß ein Sturm darauf folgen werde.

Der Cirro-Stratus oder die federige Schichtwolke.



Der Cirro-Stratus wechselt fast eben so oft seine Form, wie der Cirrus selbst, aus dem er häufig entsteht. Er ist wie der Cirrus selbst eine faserigte Wolke, aber seine Fasern sind dichter und im Allgemeinen regelmäßiger, als in jener Abart. Seine Erscheinung ist gewöhnlich von windigem und regnerischem Wetter begleitet. In dieser Modifikation kommt auch der Hof um Sonne und Mond am häufigsten vor, und deßhalb wird aller Wahrscheinlichkeit nach, wie Herr Howard meint, dieß Phänomen als ein Vorbote von schlechtem Wetter betrachtet. Der Cirro-Stratus hat unter gewissen Umständen so sehr das Aussehen von einem Haufen Fische, daß man ihn den Makrelenhimmel genannt hat. Zu andern Zeiten jedoch zeigt er ein Gebäude, das die Bezeichnung „wellenförmiger Cirro-Stratus" rechtfertigt, und dann ist er gewöhnlich von hoher Temperatur und Gewitterstürmen begleitet.

Der Cumulo-Stratus oder die geschichtete Haufenwolke.

Der Cumulo-Stratus ist eine zusammengesetzte Abart; und da er eine gewöhnliche Steigerung zwischen den Wolken, welche schönes, und denen, welche rauhes und Regenwetter bringen, bildet, so sieht man ihn häufig in all den Ländern, die plötzlichen und wiederholten atmosphärischen Wechseln unterworfen sind. Er besteht aus dem Cirro-Stratus, vermischt mit dem Cumulus, und erscheint häufig als weit ausgebreitete Wolkenbank



Die geschichtete Haufenwolke.

mit überhängenden Massen. Die immer wechselnden Gestaltungen dieser Wolke sind von der Art, daß ein Maler es nicht wagen darf, sie nachzuahmen, wenn er nicht einer Parodie der Natur beschuldigt werden will. In den Tagen unserer Kindheit und auch in reiferen Jahren haben wir oft ein Vergnügen daran gefunden, die Umrisse bekannter Formen in heiße Asche zu zeichnen. Dieß bietet aber ein nicht halb so fruchtbares Feld für die Uebung der Einbildungskraft dar, als der Cumulo-Stratus. Hier malen sich in kühnen und bestimmten Umrissen zerfallene Burgen mit ihren Helden und Halbgöttern, majestätische Gebirge, Riesen, Feen und Scenen aus vergangenen Tagen.

Oft seh'n wir eine drachenhafte Wolke;
Oft einen Duft, gleich Bären oder Löwen;
Ein Schloß mit Thürmen, einen jähen Felsen,
Ein Gletscherhorn, ein blaues Vorgebirge,
Mit Bäumen d'rauf, zunickend unsrer Welt
Und täuschend unser Aug' mit leerer Luft.
Was jetzt ein Pferd ist, löscht gedankenschnell
Die Wolke aus und macht's so unbestimmt
Als einen Wassertropfen in der See.

Der Cumulo-Stratus gibt der Gebirgsscenerie einen ganz majestätischen Charakter, und Harvey beschreibt seine Erscheinung genau, wenn er sagt, er gleiche einem Vorhang, der um die Berge fließe und ihre Gipfel umhülle, wobei uns die Berge selbst an die massenhaften ägyptischen Säulen erinnern, welche die flach bedachten Tempel von Theben und Denderah tragen. Der gewöhnliche Umriß dieser Wolke ist jedoch der eines Schwamms mit einem dicken Stiel. Ihre Erscheinung mag zuweilen einen

gewöhnlichen Beobachter auf den Gedanken führen, daß es bald regnen werde; allein Howard und Andere haben dargethan, daß aus dem Cumulo-Stratus niemals Regen fällt.

Der Cumulo-Cirro-Stratus oder Nimbus; die Regenwolke.



Der Nimbus entsteht gewöhnlich aus dem Cumulus. Man sieht oft große Cumulusmassen unter günstigen Umständen bei schlechtem Wetter vor dem Fall von Regen als mächtige Wolkenberge aufsteigen und nach einer kaum merkbaren Veränderung die Gestalt des Cumulo-Stratus annehmen. Nach einer kleinen Weile werden die Wolken dichter, wachsen an Unregelmäßigkeit und Umfang und bilden sich zum Nimbus oder zur Regenwolke. Es ist bemerkenswerth, daß, wenn der Cumulo-Stratus entsteht, länglichte Massen des Cirro-Stratus ihn oft überdecken, und die Quantität des Regens scheint einigermaßen im Verhältniß mit der Ausdehnung der Cirri zu stehen.

Der Nimbus ist so deutlich zu unterscheiden, daß ein Beobachter, der von einer Klassifikation der Wolken durchaus nichts weiß, ihn gewöhnlich entdecken kann, obwohl der Cumulus und Cumulo-Stratus häufig ein dunkleres und drohenderes Aussehen annehmen. Die Erfahrung leitet uns jedoch hiebei, und setzt uns hier wie oftmals in Stand, Gegenstände zu erkennen, die wir nicht beschreiben können.

Die Wolken befinden sich so oft in electrischem Zustand, daß Beccaria und Andere der Ansicht waren, ihre Bildung sey dieser Ursache zuzuschreiben. Mag nun aber ihre Ansicht, die bei dem gegenwärtigen Stande unseres Wissens weder bewiesen noch verworfen werden kann, wahr seyn oder nicht, so wissen wir doch, daß die Wolken häufig Behälter der Elec-

tricität sind, und daß das Agens in einem Zustande großer Intensität vorhanden ist. Im August 1772 sah man eine helle Wolke, welche einen Berg in Cheribon auf der Insel Java bedeckte. Man vernahm lautes Geräusch daraus, wie Artilleriesalven. Ein Theil dieser Wolke trennte sich von der Masse, und bedeckte das Land in einem Umfang von drei französischen Meilen. Man sah sie steigen und fallen, wie wenn sie beständig unter dem Einfluß von zwei entgegengesetzten Kräften stünde. Dabei schoß sie große Feuerkugeln los, welche die ganze Gegend erhellten. Auf sieben Meilen in der Runde war ihre Wirkung eine schreckliche: Häuser und Pflanzungen wurden zerstört und gegen 2000 Menschen getödtet. Es gibt jedoch auch Fälle, wo die Electricität von der Erde aus nach der Wolke geht. Prydone erwähnt ein merkwürdiges Beispiel, wo die von der Erde ausgehende electrische Thätigkeit einen Theil von dem Eisenwerk eines Wagenrades schmolz.

Die andern Wolkenmodifikationen sind bisweilen mit Electricität geladen, der Nimbus aber ist stets in einem electrischen Zustande, obgleich er sich nicht immer in den Umständen befindet, welche das electrische Agens in jenem freien Zustand erscheinen läßt, in welchem es seinen Einfluß auf die Sinne äußert. Der Nimbus ist stets die Quelle eines Gewittersturms und seine dunkle und compacte Bauart scheint gleichsam von der heftigen Expansivkraft jenes zerstörenden Elementes zerrissen, wenn es von Wolke zu Wolke schießt oder seinen Weg nach der Erde nimmt. Die Form der Regenwolke modificirt sich nach der Dichtigkeit ihrer angesammelten Electricität, doch ist noch nicht entschieden, bis zu welchem Grade.

Es gibt auch Gebilde von Wolken, die keiner der hier beschriebenen Klassen zugetheilt werden können; doch sind dieselben vorübergehend und nehmen schnell eine der hier erklärten Modifikationen an. Auch sind noch viele andere Einzelnheiten über die Bestandtheile und den Bau der Wolken, ihre Erscheinungen, ihre Lage und Resultate in Erfahrung gebracht worden, die wir aber nicht alle hier aufzählen können.

Der Regen.

Der durch den Proceß der Verdunstung in die Atmosphäre geführte Dampf kommt häufig wieder als Regen auf die Erde zurück. Der Fall des Regens läßt sich leicht erklären, aber die Gelehrten sind ebensowenig über die Art seiner Bildung einig, als sie im Stande sind, den Wechsel in der Quantität zu erklären, die in den verschiedenen Ländern fällt. Kein Gegenstand der allgemeinen Physik ist in ein tieferes Mysterium gehüllt, als dieser. Diese Schwierigkeit entspringt theils aus unserer Unfähigkeit, den Temperaturwechsel zu erklären, in welchem die Ursache des Regens

gesucht wird, theils aus der Unmöglichkeit, zu begreifen, auf welche Weise der Temperaturwechsel diese Erscheinung herbeiführe. Auch an Stellen, wo die jährliche mittlere Temperatur eine geringe oder gar keine Veränderung erleidet, kann ein großer Unterschied in der jährlichen Quantität des Regens Statt haben. Dieß führt uns auf den Glauben, daß es örtliche und zeitliche Ursachen der Veränderung gebe, die wir unmöglich zu schätzen im Stande sind. Wir können nur die Ansichten zu erklären versuchen, welche die Gelehrten aufgestellt haben, und etwa einige von den Thatsachen anführen, welche durch Versuche oder Beobachtung festgestellt worden sind.

Man ist allgemein darüber einig, daß der Regen durch die Verdichtung des vermittelst des Verdunstungsprocesses in die Atmosphäre gezogenen Dampfes entstehe. Die Streitfrage ist nun die: warum trennt sich der Dampf von der Atmosphäre und fällt in einem flüssigen Zustand auf die Erde? Wir könnten annehmen, dieß entstehe aus der zur Zeit vorherrschenden Kälte der Atmosphäre. Es geschieht jedoch nicht selten, daß der Regen sehr reichlich fällt, wenn die Luft bedeutend erhitzt ist. Wir zweifeln nicht, daß dieser Gegenstand, wie viele andere Zweige der Meteorologie, von den verwirrenden Nebenumständen befreit werden werde, die gegenwärtig noch mit ihrer Erklärung verbunden sind, sobald wir besser mit dem Einfluß der atmosphärischen Electricität — eines Agens, dessen ungeheurer Einfluß auf die Umstände der Erdphänomene bereits bekannt ist — im Reinen seyn werden. Weder Verdunstung noch Verflüssigung kann ohne die Entwicklung dieser Kraft geschehen, und da sie in jedem Stoffe vorhanden ist, so darf man auch glauben, daß sie bei jeder Veränderung einigen Einfluß übe. Einige Gelehrte haben versucht, das Phänomen des Regens vermittelst einer Beziehung auf dieses Agens zu erklären. Wir sind jedoch nicht genügend mit den Bestandtheilen desselben bekannt, um seinen wirklichen Einfluß auf atmosphärische Erscheinungen bestimmen zu können. Die scharfsinnigsten Theorieen verdanken wir den Engländern.

Dr. Hutton's Erklärung der Regenerzeugung ist sehr sinnreich, und von vielen Meteorologen als diejenige angenommen worden, welche das Phänomen besser als jede andere Theorie erläutert. Der Regen entsteht nach Hutton's Hypothese aus der Vereinigung von ausgedehnten Luftschichten, die mit Feuchtigkeit geladen sind und verschiedene Temperaturen haben. Die Physiker wissen, daß die Quantität Wasserdampf, welche die Atmosphäre enthalten kann, je nach der eben vorherrschenden Temperatur der Luft verschieden ist. Die Luft kann bei einer gewissen Temperatur gesättigt seyn; die Bedingung, unter welcher diese Wirkung hervorgebracht wird, ist bereits erklärt worden. Steigt nun die Temperatur, so wird sie

mehr Feuchtigkeit einsaugen; fällt sie, so wird sie einen Theil der ihr innewohnenden fahren lassen. Nehmen wir nun an, daß zwei gesättigte Luftmassen, welche ungleiche Temperaturen haben und demzufolge eine verschiedene Summe von Feuchtigkeit enthalten, einander begegnen, so wird ihre Berührung eine Wärmeleitung hervorbringen, deren Streben dahin gehen wird, in beiden eine gleiche Temperatur hervorzubringen. Es wird sich eine mittlere Temperatur erzeugen, die niedriger seyn muß, als die von einer der Massen, und wenn die Quantität der Feuchtigkeit zu groß für den vorhandenen Wärmegrad ist, so muß ein Theil derselben als Regen herabfallen. Diese ganze Erläuterung beruht daher auf der Thatsache, daß Temperatur und Auflösung nicht durch gleiche Zunahme steigen. Man hat viele Einwürfe gegen diese Theorie gemacht, und mancherlei Facta werden von ihr nicht genau erklärt. Diese können jedoch nicht als ein Beweis ihrer Ungenauigkeit angeführt werden, da sie von örtlichen Umständen abhängen mögen, welche die gewöhnlichen Resultate modificiren.

Die Quantität Regen, welche an einem Orte fällt, scheint einigermaßen von folgenden Umständen abzuhängen: — Von der Lage des Orts in Beziehung zum Aequator; von seiner Meeresnähe; und von seiner Erhebung über den Meeresspiegel.

1) Die größte Quantität Regen fällt unter dem Aequator oder in der Nähe desselben, und nimmt nach den Polen zu fortwährend ab. Diese Thatsache scheint einigermaßen durch die Fülle und Größe der Aequatorialströme erwiesen zu seyn. Humboldt gibt folgende Tabelle als Resultat der Berechnungen, die er über die verhältnißmäßige Quantität Regen unter verschiedenen Breiten anstellte:

Breite.	Mittlere jährliche Regentiefe.
0°	96″
19°	80″
45°	29″
60°	17″

Die Regenmenge ist am größten unter den Tropen; da sich hier der Regen nur auf einige Monate des Jahres vertheilt, muß die Quantität um so beträchtlicher seyn, und die Regen bestehen hier aus mehreren täglich wiederkehrenden Gewittern, welche sich in so starken Tropfen entladen, daß diese auf der Haut schmerzen. In Bombay beträgt die Regenmenge 73,5, in Kandy 68,9, in Sierra Leone 80,9, zu Rio de Janeiro 55,6, auf San Domingo 100,9, in der Havanna 85,7 und in Grenada 105 Pariser Zoll.

Wenn wir aber auch von einer Beziehung zwischen der Breite eines Orts und der daselbst fallenden Quantität Regen sprechen, so darf man nicht glauben, daß die Größe desselben unter einem Parallelkreis überall

dieselbe sey. Es treten örtliche Ursachen dazwischen, die dieß verhindern. So fällt auf dem Meer eine geringere Quantität Regen, als am Lande, weil das erstere keine Erhebung darbietet, um welches sich die Wolken zusammenziehen könnten. Ebenso fällt im Gebirgsland eine größere Quantität, als im Flachlande. In gleicher Weise ist auch die Regenzeit unter gleichen Breiten nicht überall gleich, sondern wechselt je nach örtlichen Ursachen zwischen drei und fünf Monaten; in manchen Gegenden finden sogar zwei Regenzeiten statt.

2) An der Meeresküste fällt der Regen weit reichlicher als im Innern des Landes, wenn die Lagen auch ganz ähnlich und die allgemeinen physikalischen Charakterzüge dieselben sind. Man hat die Vermuthung aufgestellt (und zwar nicht ohne dafür zeugende Beispiele), daß die atmosphärische Feuchtigkeit in einer geometrischen Proportion mit der Entfernung von der See abnehme. Diese Wirkung ließe sich erwarten, indem die Dampf-Erzeugung in der Nähe großer Wasserkörper am reichlichsten ist. Es ist jedoch noch zu bestimmen, warum derselbe an der Küste mehr verdichtet seyn sollte, als im Binnenlande, und es muß dieß nach der angenommenen Theorie erklärt werden.

3) Gebirgsgegenden sind immer feuchter als Ebenen. Gebirge, auf welche die Sonne wirkt, erwärmen die mit ihnen in Berührung stehende Luft, selbst in den kalten Regionen der obern atmosphärischen Schichten. Diese erwärmten Luftmassen schlucken die Feuchtigkeit der kältern Säulen umher ein; indem sie aber mit feuchten Massen einer niedrigeren und durch die beständige Entziehung ihrer Wärme abgekühlten Temperatur zusammentreffen, wird die Feuchtigkeit zu groß für die Temperatur und es entsteht der Regen. So beträgt z. B. die jährliche Regenmenge in Mannheim nur 21,0 Zoll in Tegernsee aber 43,8 Zoll, weil erstere, wiewohl in der Nähe von Gebirgen, so doch im weitgesprengten Rheinthale liegt, während letzteres so zu sagen im Herzen der Voralpen liegt. Die Quantität Regen, welche in den julischen Alpen fällt, wird auf 100 Zoll jährlich geschätzt, während sie in dem Thal der Lombardei 35 Zoll nicht übersteigt.

Es gibt Länder, in denen es während gewisser Perioden im Jahr regnet. In andern findet sich dieser periodische Charakter nicht, wenn es auch in einem Theil des Jahres stärker regnet, als in einem andern. Dieses ist z. B. in England der Fall, wo die größte Quantität Regen gewöhnlich im September, Oktober und November fällt. In Indien und vielen andern Ländern beschränkt sich der Regen auf gewisse Monate, während sie in allen andern Zeiten des Jahres einen unbewölkten Himmel darbieten. Kein Factum beweist die Wichtigkeit, örtliche Ursachen genau

ins Auge zu fassen, deutlicher, als der Umstand, daß durch sie oft die Regenperioden bestimmt werden. In Bombay z. B. fallen die heftigen Regengüsse im Juni und den vier folgenden Monaten, während dieß auf der Küste von Coromandel gerade in den entgegengesetzten Monaten geschieht: ein Resultat, das aller Wahrscheinlichkeit nach durch die Ghautsgebirge hervorgebracht wird. Orte, wo die Atmosphäre einem periodischen Wechsel in der Richtung ihrer Strömungen ausgesetzt ist, sind auch periodischen Regengüssen unterworfen. Dieß ist mit den Inseln der Fall, die unter der Linie im indischen Ocean liegen. In den tropischen Regionen von Afrika und Asien fallen heftige Regengüsse zur Zeit der Sommer-Sonnenwende; denn zu dieser Zeit wird der Platz der erwärmten Luft durch eine feuchte, aus den benachbarten Meeren aufsteigende Atmosphäre eingenommen, und der Dampf verdichtet sich.

Während der Dauer der Passatwinde ist der Regen eine sehr seltene Erscheinung an den Orten, über welche sie hinstreichen. In Folge der Gleichförmigkeit der Temperatur wird der Wasserdampf aufwärts geführt und zu gleicher Zeit anhaltend vorwärts getrieben, ohne daß eine Veränderung in der Verdichtung Statt findet. Sobald er aber außerhalb des Einflusses dieser Winde ist, trifft er auf Massen, die eine verschiedene Temperatur haben, und es entsteht Regen. Es ist ein merkwürdiger Umstand, daß die heftigen Regengüsse in Indien während des Umlegens der Monsons Statt finden. Auch ist zu bemerken, daß in England eine trockene Witterung immer von einem fast gleichförmigen Winde begleitet ist, während nasse Witterung ebenso consequent bei unbeständiger und veränderlicher Atmosphäre vorherrscht.

Es gibt Orte, wo es beinahe immer regnet, so z. B. in der Region der Windstillen. In den Gegenden auf derjenigen Seite des Aequators, wo die Sonne liegt, fällt jeden Tag ein schwacher Regen, und wenn derselbe mit der Nacht aufhört, beginnt er auf der andern Seite. Es gibt aber auch Stellen, wo es selten oder nie regnet, wie in der großen afrikanischen Wüste und an der sandigen Meeresküste von Peru, zwischen dem 15. und 30. Grad südlicher Breite.

Da die Regen von mancherlei äußeren Ursachen, z. B. von den Winden, bedingt werden, so muß es auch verschiedene Grade ihrer Stärke geben. Man unterscheidet, je nach der Art ihres Auftretens oder der Menge ihrer Ergiebigkeit, Staubregen, Landregen, Strichregen, Platzregen und Dunstregen. Der glatteisende Regen, welcher im Winter und Frühling häufig vorkommt, fällt aus wärmeren Luftschichten und verkündet Thauwetter. Die Größe der Regentropfen wechselt zwischen 1 Linie und 1 Zoll; die größten fallen unter den Tropen. Das Regenwasser

ist, wie unsere Hausfrauen recht wohl wissen, gemeiniglich ziemlich rein; seltener enthält es mineralische, häufiger thierische und vegetabilische Substanzen. Die sogenannten Frosch-, Kröten- und Fischregen, welche trotz der beharrlichen Unglaubigkeit vieler Naturforscher doch zuweilen bemerkt werden, entstehen wahrscheinlich dadurch, daß diese Thiere von Wirbelwinden und Windhosen aus ihrem heimischen Elemente in die Höhe gehoben, eine Zeit lang schwebend erhalten, und dann mit heftigen Regengüssen wieder zur Erde gesandt wurden. — Leichter zu erklären sind die farbigen Regen, die sogenannten Blut- und Schwefelregen, deren Farbesubstanzen von Saamenstaub u. s. w., von Pflanzen, die ein Wirbelwind in die höheren Luftschichten empor getragen hat, herrühren können, wie z. B. der Schwefelregen von dem gelben Saamenstaub gewisser Nadelhölzer. Auf ähnliche Weise erklärt es sich auch, wie heftige Regen manchmal ungeheure Mengen von Raupen, Würmern, Insekten u. s. w. auf die Erdoberfläche entladen können.

In Mitteleuropa, besonders im Binnenlande vertheilt sich die Menge des fallenden Regens nicht auf alle Jahreszeiten gleichmäßig, sondern beträgt gewöhnlich im Sommer am meisten, im Frühling am wenigsten. Dieß rührt daher, daß die z. B. bei uns in Deutschland fallenden Regen ihren Ursprung im atlantischen Meere haben, und daß im Sommer die vorherrschenden Südwestwinde uns größere Wolkenmassen von dorther zuführen, während wir im Frühlinge mehr die trockenen Ostwinde haben. —

Schnee.

Da die Atmosphäre sowohl als die Erde einem beständigen Wechsel der Temperatur unterworfen ist, so kann die Feuchtigkeit, welche durch die Verbindung atmosphärischer Massen von ungleicher Temperatur und Feuchtigkeit niedergeschlagen wird, ebenso gut in einem festen als in einem flüssigen Zustande herabfallen. In den Wintermonaten ist daher auch in unserem Lande, sobald eine verminderte Strahlung die Temperatur der Atmosphäre unter den Gefrierpunkt bringt, der Schnee ein häufig vorkommendes Phänomen.

Wenn man Schneeflocken sorgfältig mit einem Mikroskop untersucht, so findet man, daß sie aus einer Masse schöner Krystalle zusammengesetzt sind, die eine mehr oder weniger vollkommene und regelmäßige Gestalt haben. Auf diese Erscheinung hat schon Keppler aufmerksam gemacht; andere spätere Beobachter schilderten mit großer Genauigkeit mehrere von den Figuren, welche die Krystallisation zeigt, und deren es eine beinahe endlose Reihe gibt. Die wesentlichste Belehrung über diesen interessanten Gegenstand verdanken wir jedoch hauptsächlich dem englischen Kapitän Scoresby,

der die Gelegenheit benützte, welche ihm seine Polarreisen darboten, um nicht nur einige der merkwürdigsten Figuren zu skizziren, sondern auch die Krystalle selbst zu messen. Dieser Mann hat die verschiedenen Formmodifikationen in Klassen gebracht. Es würde jedoch dem Charakter dieses Werkes nicht entsprechen, wenn wir seine Resultate im Detail anführen wollten.

Die Summe des an einem Ort fallenden Schnees richtet sich also nach der mittlern Temperatur, oder mit andern Worten, nach der geographischen Breite, Erhebung und Lage eines Orts. In der heißen Zone fällt daher der Schnee nur in bedeutenden Höhen; z. B. in Paramos in Quito erst in einer Höhe von 11,400, in der Hochebene von Antisana in 12,600 pariser Fuß. Am dichtesten und in größter Menge fällt der Schnee in den nördlichen Gegenden; so fiel z. B. in Gebostadt 1807 der Schnee gegen 20, in Lenvig 12, in Finnmarken 18, in Newyork 1741 sogar 16 Fuß hoch. In Norwegen ist der Schneefall (wie auch in Rußland beim sogenannten Winterburan, S. 95.) oft mit schrecklichen Stürmen verbunden, oder von einem feinen, überaus dichten Schneenebel begleitet, der den Augen und Lungen sehr nachtheilig ist, wie der ebenfalls häufige, von endemischen Augenkrankheiten begleitete Staubschnee. Nach Scoresby schneit es in den Polargegenden während des Aprils und der zwei folgenden Monate 9 Tage unter 10. Die größten Schneefälle kommen immer dann vor, wenn eine feuchte, von der See aufsteigende Luftschichte mit einem kalten, von der Oberfläche des Eises herwehenden Winde zusammentrifft. Die Bewohner dieser unwirthlichen Gegenden mauern sich während der unfreundlichsten Jahreszeit in ihre Hütten ein; sie müssen dann jede Oeffnung verstopfen, um so das Eindringen der kalten Atmosphäre zu verhindern. Denn käme diese herein, so würde der Dampf der eingeschlossenen Luft augenblicklich gefrieren und als Schnee herabfallen.

Man hat die Bemerkung gemacht, daß der Schnee in den Polargegenden oft eine rothe und orangegelbe Farbe annimmt. Diese Erscheinung soll nach der Ansicht Einiger aus dem Vorhandenseyn mineralischer Substanzen in dem verdichteten Dampf oder vielmehr dem gefrorenen Wasser herrühren; während Andere glauben, daß sie durch darunter befindliche animalische und vegetabilische Stoffe erzeugt werde. Der rothe Schnee in den Alpen rührt z. B. von einer Algenart, Protococcus nivalis, her, welcher noch im Schnee fortkommt.

Oft sind die Schneestürme von einer leuchtenden Erscheinung begleitet. Dieses seltsame Phänomen ist häufig beobachtet worden und wir erwähnen nur eines sehr merkwürdigen Beispiels. Die Erscheinung wurde im Jahr 1813 von einer Gesellschaft am Loch Awe in Argyleshire (in Schott-

land) wahrgenommen. Sie gab nicht nur der ganzen Umgebung das Aussehen einer ungeheuren Feuerfläche, sondern erhellte und beleuchtete sogar die Kleidung der Beobachter.

Wenn ein starker Wind über die Oberfläche des gefallenen Schnees geht, so bilden sich oft natürliche Schneebälle. Sind sie einmal gebildet, so wächst ihre Größe durch die fortdauernde Bewegung mit reißender Schnelligkeit; denn durch das Dahinrollen nehmen sie zu und erreichen oft eine beträchtliche Größe. Ein Hr. Sherriff erzählt, daß er im Februar 1830 viele dieser Ballen in East Lothian in Schottland beobachtet habe, von denen einige 1½ Fuß im Durchmesser hatten. Sie wurden durch einen Westwind hervorgebracht und hatten dem Schnee ihre Spur eingedrückt. An einer dem Westwind besonders ausgesetzten Stelle waren sie außerordentlich zahlreich.

Die Dichte des Schnees, d. h. sein Wassergehalt, ist je nach den örtlichen oder den jeweiligen Temperatur-Verhältnissen sehr verschieden. Zuweilen geben beim Schmelzen schon 5 — 6, zuweilen nur 12, dann aber manchmal auch erst 20—24 Kubikzoll Schnee Einen Kubikzoll Wasser. — Daß der Schnee befruchtende Eigenschaften habe, ist irrig; er befördert das Pflanzenwachsthum nur dadurch, daß er als schlechter Wärmeleiter sie gegen den Frost der Atmosphäre schützt.

Wir können nicht umhin, eine Bemerkung zu machen, die in Betracht, daß wir sie mit einer Erklärung des Schneefalles verknüpfen, kleinlich oder ganz nichtig erscheinen mag, dagegen aber den Beweis eines bereits aufgestellten Satzes, daß sich nämlich bei jeder atmosphärischen Veränderung Electricität entwickle, einigermaßen unterstützen wird. Der Schnee befindet sich durchaus in einem electrischen und so weit unsere Beobachtungen gehen, im Allgemeinen positiv electrischen Zustande; dieser Zustand hört aber durch die Verflüssigung auf. Viele bezweifeln den universellen Einfluß der Electricität, und bei dem gegenwärtigen ungewissen Stande der Wissenschaft in Betreff ihrer Beobachtungen über den Zustand der Atmosphäre und die Ursachen, welche auf dieselben einwirken, wird es ihnen nicht an Beweisen für ihre Ansichten fehlen. Wenn wir aber entdecken, daß ein so einfacher Proceß, wie der des Gefrierens, nicht ohne die Entwicklung des Agens vor sich gehen kann, welches in andern Fällen die erhabensten Erscheinungen, die wir über und um uns wahrnehmen, erzeugt, so kann die Vermuthung, daß es bei vielen, wo nicht bei allen meteorologischen Veränderungen Etwas zu schaffen habe, nicht sehr absurd erscheinen. Es ist dieß nicht nur eine Ansicht, es ist durch unsere eigenen Versuche verbürgt und durch die von Andern angestellten wahrscheinlich gemacht.

Hagel.

England, Skandinavien und das nördliche Europa überhaupt sind heftigen Hagelstürmen wenig ausgesetzt, und dieß mag der Grund seyn, warum man dort diesem Gegenstand nur eine mäßige Aufmerksamkeit geschenkt hat. Im südlichen und mittleren Europa dagegen, in Deutschland, der Schweiz, Oberitalien und dem südlichen Frankreich sind sie häufig und bringen die verheerendsten Wirkungen hervor. Die französischen Gelehrten, besonders Arago und Pouillet, haben sich daher vorzugsweise dem Studium dieses Phänomens gewidmet.

Unter den vielen Theorieen, die aufgetaucht sind, um den Hagel zu erklären, wollen wir vor Allem diejenige wählen, welche der berühmte Volta vorgeschlagen hat. Diese Theorie beruht hauptsächlich auf der Annahme, daß die Wolken entgegengesetzte Electricitäten führen. Wenn wir zwei Metallplatten nehmen, sie über einander legen und dann die obere mit dem Hauptconductor einer Electrisirmaschine, die untere mit dem Boden in Verbindung setzen, so werden Kügelchen oder Figuren von Hollundermark, die zwischen den Platten liegen, an dieselbe angezogen, sobald die obere Platte electrisirt ist, nachdem sie aber einen Theil der Electricität empfangen haben, wieder abgestoßen werden, da Körper von derselben Electricität einander abstoßen. Sobald dann die Kugel oder Figur die untere Platte berührt, wird sie ihre ganze Electricität fahren lassen und von Neuem von der oberen angezogen werden, so daß durch diese Störung und Wiederherstellung des electrischen Gleichgewichts eine beständige Oscillation hervorgebracht wird. Nun nimmt Volta an, derselbe Proceß gehe auch in den Wolken vor sich. Statt der Metallplatten setzt er die schwarzen Wolken, welche den Hagel erzeugen, und nimmt an, daß die zwischen ihnen befindlichen Hageltheilchen dieselbe oscillirende Bewegung haben.

Dieser berühmte Gelehrte erklärt die erste Bildung des Hagels auf folgende Weise: — „Die Wolken sind aus hohlen Bläschen gebildet, deren äußere Oberfläche flüssig ist. Die Myriaden Bläschen, welche die obere Fläche einer Wolke bilden, müssen gegen Süden hin eine bedeutende Verdunstung erleiden, theils durch die Intensität der Sonnenstrahlen, theils durch die Trockenheit der Luft, in der sie schwimmen. Der so durch die Sonnenwärme erzeugte elastische Dampf muß zuerst die trockene Luft sättigen, welche er durchläuft, und endlich vermittelst der niederen Temperatur einer höheren Schichte wieder in einen Bläschenzustand übergehen und eine neue Wolke bilden, deren electrischer Zustand ein anderer ist, als der der erstern. Die obere Wolke wird in Folge der während des Dampfniederschlags entwickelten Electricitätsart eine positive Electricität besitzen, während die niedrigere ihren Charakter durch die erlittene Verdunstung in einen

negativen verwandelt hat. Die Verminderung der Temperatur wird endlich zwischen den Wolken Eistheilchen oder Hagel im Entstehungs-Zustand (in statu nascenti) erzeugen, welcher die entgegengesetzten electrischen Zustände der obern und untern Wolken zum Oscilliren bringen wird, bis jene aus der umgebenden Feuchtigkeit Stoff an sich ziehen, sich dadurch nach und nach in ein festes und undurchsichtiges Eis verwandeln, und, indem sie an Größe wachsen und somit die Schwerkraft die electrische Kraft überwältigt, herabfallen."

Gegen diese Theorie hat man den Einwurf gemacht, daß der Hagel oft so früh am Morgen falle, daß die Sonne höchstens am Tage vorher auf die Wolken gewirkt haben könnte, und man somit annehmen müßte, daß die Hagelkörner 8 bis 10 Stunden vorher angefangen hätten zu oscilliren, ehe sie fielen. Arago bringt ein noch mächtigeres Argument gegen diese Theorie vor, indem er fragt: wie es komme, daß die Wolken nicht zusammen können, indem sie ja beweglich seyen und man annehmen dürfe, daß sie sich ebenso gut anziehen, als dieß beim Hagel der Fall sey? Man könnte auch fragen, wie es komme, daß jene oscillirende Bewegung nie bemerkt worden sey? denn es ist mehr als wahrscheinlich, daß, wenn dieß der Fall gewesen wäre, Gebirgsreisende Hagelwolken passirt haben oder denselben gewiß wenigstens so nahe gekommen seyn müßten, daß sie die Bewegung gesehen hätten. Arago's Einwurf ist der einzige, der dieser Theorie mit Grund entgegengestellt werden kann, und der sie stürzen wird, wenn sie nicht den Gesetzen der electrischen Anziehung entspricht.

Harvey, dessen Schrift über Meteorologie wir bereits citirt haben, wendet Hutton's Theorie des Regens auf dieses Phänomen an, und ist der Ansicht, daß ein Unterschied der Temperatur an sich schon genügend sey, um die Bildung des Hagels zu erklären. Gegen diese Theorie wendet man aber ein, daß Hagelwetter nicht immer in kalten Klimaten am reichlichsten vorkommen, noch am häufigsten in den Wintermonaten Statt finden, daß die Hagelwolken im Allgemeinen niedrig sind und die Hagelkörner bisweilen so groß erscheinen, daß sie die Annahme, als seyen sie durch einen Wechsel der Temperatur und ohne den Einfluß anderer Ursachen hervorgebracht worden, nicht gestatten. Zu gleicher Zeit aber darf nicht vergessen werden, daß Hagel und Regen häufig von derselben Wolke ausgehen. Es herrscht in der That eine große Ungewißheit über den Ursprung des Hagels. Thatsachen scheinen einander zu bekämpfen, und die Theorie, welche einige von den mit seinem Fall verbundenen Umständen ohne Anstand erklärt, ist gänzlich unfruchtbar für die Erklärung der andern. In Frankreich und Spanien hagelt es im Allgemeinen in den heißesten Stunden des Tags, hauptsächlich im Frühjahr und Sommer, und nur selten während der Nacht oder

in den Wintermonaten. Bei dieser großen Ungewißheit, in der sich alle Meteorologen befinden, sobald sie die Bildung des Hagels zu erklären versuchen, wollen wir nur die Bemerkung machen, daß einiger Beweis dafür vorliegt, daß die Electricität auch bei dieser, wie bei andern atmosphärischen Veränderungen eine Rolle spiele. Der Electrometer ist nämlich bei Annäherung einer Hagelwolke beständig in einem Zustand der Bewegung, indem der electrische Zustand der Atmosphäre häufig 10 bis 12 mal in der Minute wechselt. Einige sind auch der Ansicht, daß das rasselnde Geräusch, welches dem Fall des Hagels vorangeht, dem Zusammentreffen der Steine in verschiedenen electrisirten Lagen zuzuschreiben sey. Ein weiterer Beweis für die Mitwirkung der Electricität bei der Hagelbildung ist auch die oft gemachte Wahrnehmung, daß der Hagel im Gefolge von Gewittern auftritt, so wie daß lange andauernde Regen sich plötzlich in Hagel verwandelten, sobald es zu blitzen begann.

Der englische Offizier Stewart hat eine interessante Beschreibung eines merkwürdigen, in den Pyrenäen erlebten Hagelsturms gegeben. „Im August 1813 hatte die britische Armee eine Bergreihe besetzt, die sich von Roncesvalles bis San Sebastian erstreckte. Während dieser Zeit bemühten sich die von Marschall Soult befehligten Streitkräfte, den Paß von Maya zu erstürmen, welcher in der höchsten Region der Pyrenäen liegt und eine der wenigen Straßen auf der westlichen Seite des Gebirges bildet, auf welchen Cavallerie und Artillerie nach Spanien gelangen können. Eine Abtheilung britischer Infanterie wurde befehligt, den Paß zu besetzen und dort bis 2 Uhr Nachmittags zu bleiben. Der Tag war sehr warm, und der Himmel hell und wolkenlos. Gegen 3 Uhr hüllten sich die Gipfel der anliegenden Berge in eine pechschwarze Wolke, die, schnell über unsern Häuptern hingehend, uns nur ein düsteres Licht sehen ließ und ein eigenthümliches Geräusch in den Bergen hervorbrachte. Als die Truppen den Berg herabzusteigen begannen, wurden sie von einem heftigen Hagelschauer überfallen, der etwa 20 Minuten lang andauerte und eine größere Verwirrung unter seinen Opfern hervorbrachte, als der bevorstehende Kampf. Gegen meine Erwartungen war der Sturm weder von Donner noch von Blitz begleitet, während die Steine in der Größe von einer Bohne bis zu einem Hühnerei fielen. Es waren durchsichtige, runde Eismassen, die an ihrer Oberfläche Eiszapfen von der Länge und Dicke der Zinken einer gewöhnlichen silbernen Gabel hatten. Dieser Umstand führte mich zu der Ansicht, daß die Hagelkörner in den höhern Regionen der Atmosphäre und ehe sie die Oberfläche der Erde erreichten, doppelt so groß gewesen seyn müßten, indem sowohl die Steine selbst als die Eiszapfen an der Oberfläche das Aussehen hatten, als seyen sie theilweise

durch die Hitze geschmolzen. Glücklicherweise boten die Truppen dem Sturm den Rücken, sonst hätten gewiß Viele durch das Gewicht der Steine und die Kraft, mit der sie fielen, die Augen verloren oder sonstige Beschädigungen erlitten. Ich hörte viele von den Leuten sagen, ihre Blechkessel hätten durch den Hagelschauer überall Grübchen bekommen, und ich bin geneigt, dieß zu glauben, indem ich selbst durch den Fall eines Steins auf meinen Fuß 24 Stunden lang lahm ging. Das Gerassel der Steine auf den Feldflaschen und Kesseln der Leute, und ihr allmähliges Wachsen machte die Sache in der That beunruhigend, selbst für diejenigen, die gewohnt waren, ihr Leben täglich den Gefahren des Krieges auszusetzen. Ich kenne den Umfang dieses Hagelsturmes nicht, auch war ich nicht im Stande, seine verderblichen Folgen aus den französischen und baskischen Journalen zu ersehen; aber aus dem Schaden, den er in den Gärten und Feldern am Fuße der Pyrenäen anrichtete, möchte ich vermuthen, daß er eine Strecke von 3 englischen Meilen von Roncesvalles bis in das Bastan-Thal umfaßte."

Thau.

Der Ausdruck Thau wird gebraucht, um jenen unwillkührlichen Feuchtigkeitsniederschlag zu bezeichnen, den man an gewissen, der Luft ausgesetzten Substanzen und zu einer Zeit bemerkt, wo kein wirklicher Wasserdampf oder Regen fällt.

Bis zur Veröffentlichung von Dr. Wells „Versuch über den Thau" *) stritt man sich unter den Gelehrten darüber, ob dieses Phänomen durch Dünste hervorgebracht werde, die von der Erde aufsteigen, oder ob es durch das Herabfallen der Wasserdünste entstehe, welche die Atmosphäre enthält. Dr. Dufay, ein französischer Gelehrter, machte ein merkwürdiges Experiment, um diese Frage zu entscheiden. Er nahm zwei lange Leitern, die am Boden weit auseinander standen und sich an den Spitzen begegneten, und befestigte große Glasscheiben an die verschiedenen Sprossen. Er bemerkte, daß die untere Fläche der untersten Scheibe zuerst naß wurde, sodann die obere; hierauf die untere Fläche der zweiten u. s. f. bis dieselbe Wirkung sich an allen gezeigt hatte. Aus diesem Resultat schloß er, daß der Thau durch Dünste erzeugt werde, welche während der Nacht aus der Erde strömten. Statt der Glasscheiben nahm er später Tuch und wog die Stücke einzeln, weil er glaubte, daß er eine Zunahme des Gewichts an den verschiedenen Stücken entdecken würde, wobei das Niederste das

*) Eine deutsche Uebersetzung dieses gründlichen und scharfsinnigen Werkes erschien zu Zürich 1821.

Schwerste wäre. Allein der Erfolg war hier, wie er sagt, nicht so entschieden, wie er nach dem ersten Experiment erwartet hatte.

Im Gegensatz zu dieser Theorie und zum Beweis, daß der Thau herabfalle, führte man an, daß sich bei bewölktem Himmel wenig oder gar kein Thau bilde. Allein Dr. Dufay hatte ja die Ablagerung von Thau sowohl an der untern als an der obern Fläche der Körper bemerkt: eine Thatsache, welche der Annahme gerade entgegen zu seyn schien, als verdanke derselbe dem Herabfallen von atmosphärischen Dünsten seinen Ursprung. Als Antwort hierauf wurde nachgewiesen, daß, wie am Fuße der Gebirge mehr Regen fällt, als auf der Spitze (obgleich ohne Zweifel der Regen von oben kommt), so auch der Thau herabfallen und sich dennoch an der untern Fläche der Körper bilden könne; die frühere Erscheinung des Thau's an der untern als an der obern Fläche wurde dem Umstande zugeschrieben, daß sich die untere Masse der Atmosphäre vor der obern abkühle.

Keine dieser beiden Hypothesen ist jedoch haltbar. Dr. Wells hat vermittelst eines auf eine sinnreiche, aber einfache Reihe von Experimenten gegründeten Processes bewiesen, daß der Thau durch die Verdichtung der atmosphärischen Dämpfe erzeugt wird, die die Körper, auf welche sich jener nachher ablagert, umgeben. Aus der Geschichte der Ansichten, die in dieser Beziehung von Männern aufgestellt wurden, welche sich philosophischen Betrachtungen hingegeben hatten, mögen wir lernen, wie durchaus nothwendig es ist, alle unsere Ansichten auf authentische und genau erforschte Experimente zu bauen, die unter der Leitung begründeter Folgerungen bis zu ihrem vollständigen Endresultate geführt wurden.

Die von Dr. Wells aufgestellte und jetzt allgemein von den Gelehrten angenommene Theorie beruht auf zwei Grundsätzen: dem der Ausstrahlung der Wärme und dem der Verdichtung des unsichtbaren Dampfes. Ehe an irgend einer Substanz Dampf abgesetzt werden kann, muß dieselbe vorher kälter werden, als die umgebende Atmosphäre. Man wußte schon lange, daß der Thau kalt ist, denn wie Dr. Wells anführte, legen ihm schon Cicero und Virgil das Epitheton „Gelidus" bei, und Herodot, wo er von dem Krokodil spricht, sagt, daß dasselbe in Aegypten den größten Theil des Tages am Land, die Nacht aber in den Wassern des Nils zubringe, weil diese wärmer seyen, als die nächtliche Atmosphäre und der Thau. Man nahm jedoch allgemein an, daß der Thau die Ursache der Kälte sey, während er doch die Wirkung derselben ist und durch die Ausstrahlung der Wärme aus den Erdsubstanzen hervorgebracht wird.

Die Körper besitzen eine verschiedene Kraft der Ausstrahlung, die von ihrer Zusammensetzung abhängig ist. Metalle stehen z. B. in dieser Be-

ziehung den glasartigen Substanzen nach; und man darf als ein allgemeines Gesetz annehmen, daß schlechte Wärmeleiter gut ausstrahlen. Allein die Kraft der Ausstrahlung hängt auch sehr von der Oberfläche ab, indem polirte Oberflächen weniger ausstrahlen als unebene.

Bei Betrachtung des fraglichen Phänomens mag es vor Allem nothwendig seyn, die erwiesenen Facta anzuführen und sodann Rechenschaft von denselben zu geben.

Eine in eine horizontale Lage gebrachte Glasplatte oder ein Stück Wolle ist sehr empfänglich für die Absetzung von Thau. Die an den feinen Fasern der Wollflocken hängenden Tropfen werden wohl von jedem Naturforscher schon oft beobachtet worden seyn. An einer polirten Metallplatte trifft man diese Wirkung nicht. Sie behält ihren Glanz bei, wenn auch jeder Grashalm von dem Druck des auf ihm verdichteten Dampfes umsinkt. Warum aber gestatten einige Körper, daß sich Dampf auf ihnen bilde, während andere der Ablagerung desselben widerstehen? Alle Körper strahlen Wärme aus und zu denselben Zeiten; aber die einen thun dieß mehr als die andern. Substanzen, welche ein dichtes und festes Gewebe haben, strahlen im Allgemeinen nicht so leicht, als diejenigen, welche offen oder porös sind., Die Metalle gehören zu der erstern Klasse; Tuch, Wolle und Schwanenfedern zu der zweiten. Es ist ferner bemerkenswerth, daß diejenigen Substanzen, welche am leichtesten ausstrahlen, die schlechtesten Wärmeleiter sind. Diese Thatsachen führen zugleich zu dem Schlusse, daß während der Nacht die Temperatur der Substanzen eine verschiedene seyn muß, und daß dieselbe in diesem besondern Fall durch ihre Kräfte der Ausstrahlung und Leitung beherrscht wird. Dieß kann man leicht an einem Thermometer ersehen; denn wenn man Wolle und ein Metall denselben Einflüssen aussetzt, so wird die Temperatur der erstern immer niedriger seyn als die des letztern.

Der Dampf der umgebenden Luft wird sich auf den Körpern verdichten, die eine niedrigere Temperatur als die Atmosphäre haben. Die Absetzung von Thau hängt davon ab, daß in dem bethauten Körper eine niedrigere Temperatur erzeugt wird, als in der ihn umgebenden Atmosphäre. Nun müssen alle Substanzen, die mehr Wärme ausstrahlen, als ihnen durch die Erde mitgetheilt wird, während der Nacht eine niederere Temperatur als die Luft haben, und sich demzufolge mit einem verdichteten Dampf, oder mit andern Worten, mit Thau bedecken.

Man hat aber nachgewiesen, daß gewisse Zustände der Atmosphäre dem Niederschlage des Thaues günstiger sind, als andere. Die Wolken z. B. verhindern die Bildung des Thaues, denn da alle Körper Wärme ausstrahlen, so thun dieß die Wolken so gut, wie irdische Substanzen, und

es findet daher eine Wechselwirkung zwischen ihnen statt, indem beide geben und beide empfangen, wodurch die Temperatur einigermaßen im Gleichgewicht erhalten und kein Thau erzeugt wird. Dieselbe Wirkung wird erscheinen, wenn ein irdischer Körper zwischen den Himmel und den Ausstrahler tritt. Sogar ein dünnes Drahtnetz, welches man über eine Substanz hängt, die der Absetzung von Thau sehr zugänglich ist, wird hinreichend seyn, die Wirkung zu verhindern. Dr. Wells bestätigt diese seine Behauptung folgendermaßen: — „Oft," sagt er, „hatte ich in dem Stolz meines Halbwissens die Vorsichtsmaßregeln belächelt, deren sich die Gärtner häufig bedienen, um zarte Pflanzen vor der Kälte zu schützen, da es mir unmöglich schien, daß eine dünne Strohmatte oder irgend eine ähnliche lockere Substanz sie vor dem Einfluß der Temperatur der Atmosphäre, dem ich sie allein unterworfen wähnte, schirmen könnte. Als ich aber lernte, daß die Körper auf der Oberfläche der Erde in einer stillen und heitern Nacht kälter werden, als die Atmosphäre, indem sie ihre Wärme in die Luft ausstrahlen, sah ich alsbald den richtigen Grund einer Maßregel ein, die ich vordem für nutzlos gehalten hatte. Weil ich jedoch eine genaue Belehrung über diesen Gegenstand zu haben wünschte, befestigte ich vier dünne Stäbe senkrecht in die Erde eines Rasenplatzes und zog ein sehr dünnes battistenes Taschentuch straff über die oberen Enden derselben, die sich 6" über dem Rasen befanden und die Ecken eines Quadrats bildeten, dessen Seiten zwei Fuß lang waren. Bei dieser Anordnung der Dinge konnte daher nichts den freien Durchgang der Luft von dem bloßgestellten Rasen nach dem beschirmten verhindern, als ein Stück Battist. Die Temperatur des so gegen den Himmel geschützten Grases wurde viele Nächte nach einander von mir untersucht und immer höher erfunden, als die des umliegenden Grases, das unbedeckt lag, sobald dieses nämlich kälter war als die Luft."

Wer sich an der Frische der Natur in dem Augenblicke, wo die Sonne aus den Morgennebeln emporsteigt, erquickt hat, wird häufig die Bemerkung gemacht haben, daß der Thau an denjenigen Stellen, die durch die ausgebreiteten Aeste der Waldbäume vor der Atmosphäre geschützt sind, weit weniger reichlich niedergeschlagen ist, als auf dem offenen Raum neben demselben. Schon ein alter Dichter (Milton) deutet auf dieses Faktum, wenn er sagt:

Der Tage vierzig lebt er bald auf Bergen,
In schatt'gen Thälern bald; in jeder Nacht
Bedeckt von einer alten Eiche oder Ceder,
Die vor dem bösen Thau ihn schützte.

Weitere Erscheinungen, welche mit dem Thau Aehnlichkeit, allein eine ganz andere Ursache haben als dieser, sind der sogenannte H o n i g t h a u und der M e h l t h a u. Ersterer ist jene klebrige Feuchtigkeit, womit sich

zuweilen die Blätter gewisser Bäume und Sträuchen ganz überziehen, während andere Körper, wie Steine, Balken, Blätter u. s. f., davon frei bleiben. Der Mehlthau, welcher seltener und nur bei wenigen Pflanzenarten vorkommt, besteht in einer klebrigen, mehlartigen Masse, und ist vermuthlich nur ein Krankheitszustand derselben, der z. B. beim Getreide den sogenannten Brand zu bilden scheint. Beide sind nur zeitweilige Ausschwitzungen der Gewächse selber, oder auch Sekrete von Blattläusen, und haben mit dem Thau nichts gemein, als den Namen; wir brauchen sie daher hier nicht weiter zu verfolgen.

Der Thau ist endlich nicht auf der ganzen Erdoberfläche verbreitet, denn der berühmte Reisende Kotzebue versichert, auf den Südsee-Inseln mache sich gar kein Thau bemerklich.

Reif.

Der Reif wird durch das Gefrieren des auf den Körpern abgesetzten Thaues hervorgebracht. Der Bildung des Reifes muß die Verdichtung des Dampfes immer vorangehen. Nach Dem, was wir über die Ursache des Thau's gesagt haben, wird die Erscheinung des Reifs, wenn die Temperatur der Luft eine höhere ist, als zum Gefrieren des Wassers nothwendig wäre, nicht mehr auffallen. Die Temperatur der Körper sinkt durch die Ausstrahlung, sonst könnte sich kein Thau bilden; und es läßt sich jene so sehr vermindern, daß das auf den Körpern verdichtete Wasser gefriert. Auch ist es unter gewissen Verhältnissen der Atmosphäre nicht ungewöhnlich, daß im Laufe weniger Stunden ein häufiger Uebergang von einem Zustande in den andern Statt findet. Im Allgemeinen bildet sich jedoch der Reif, wenn die Temperatur der Atmosphäre unter dem Gefrierpunkt steht; bei dem immer wechselnden Klima Englands z. B. ist dieß selbst in den Sommermonaten nicht ungewöhnlich, obwohl es dann nur selten vorkommt, daß die Temperatur dort mehrere Stunden lang unter Null bleibt.

Die Bildung des Reifs, sowie seine größere oder geringere Menge hängen von den nämlichen Bedingungen ab, welche die Bildung des Thaues regeln. Die weit ausgedehnte ununterbrochene Ebene, die dem Einfluß des Himmels frei ausgesetzt ist, kann sich mit einem weißen Reifkleide bedecken, während auf dem Fleckchen Grün unter dem Schatten eines Baumes oder Busches kein Blättchen auch nur einen einzigen Krystalltropfen zeigt. Dieß müssen unsere Leser häufig beobachtet haben, wenn sie am frühen Morgen in's Freie hinausspazierten.

Nebel.

Der Ausdruck Nebel wird sehr irriger Weise allen den Ansammlungen von Dampf beigelegt, die auf oder unmittelbar über der Oberfläche der

Erde sichtbar werden. Er ist eine Geschlechtsbezeichnung, und mag als solche am passenden Orte angewendet werden. Wir müssen uns jedoch erinnern, daß nicht alle Nebel unter denselben Umständen erzeugt werden, noch den nämlichen äußern Anblick darbieten.

Die Nebel bilden sich häufig, wir dürfen vielleicht sagen gewöhnlich, über Wassermassen. Die Ursache hievon springt in die Augen, und eine Untersuchung der Umstände, unter denen das Phänomen erscheint, wird uns wahrscheinlich zu einer ziemlich genauen Tarirung der Kraft führen, durch welche Nebel gewöhnlich erzeugt werden.

Wenn die Sonne aufhört, ihre Strahlen auf die Oberfläche der Erde zu werfen, so werden auf dem Wasser ganz andere Wirkungen hervorgebracht, als auf dem Lande. Die Erde strahlt ihre Wärme schnell aus; während aber diese Abgabe der Wärme von dem Lande aus sich auf eine unbewegliche Oberfläche beschränkt, ist die Oberfläche des Wassers in beständigem Wechsel begriffen und jede Schichte, sobald sie durch Ausstrahlung oder Verdunstung abgekühlt ist, sinkt hier alsbald, und eine andere von niederer Temperatur steigt auf. Die Ausdehnung der Oberfläche des Wassers wechselt daher beständig, bis die ganze Masse auf den Punkt der größten Dichte zurückgeführt ist. Ist dieß wahr, so muß die auf der Oberfläche des Wassers ruhende Luft eine höhere Temperatur haben, als diejenige, welche über dem Lande liegt. Wenn daher mehrere Luftmassen, sie mögen nun über dem Land oder über dem Wasser liegen, die von verschiedener Temperatur und mit Wasserdunst geschwängert sind, sich vermischen, so entsteht ein Nebel. Sir Humphrey Davy sagt, daß die über der Donau gebildeten Nebel dieser Ursache zuzuschreiben seyen, und daß er bei all den Experimenten, die er während des Vorkommens dieses Phänomens machte, die Luft über dem Wasser um 3 bis 6 Grade wärmer gefunden habe, als die über dem Lande; daß aber, als der Nebel sich zertheilte, die Luft über dem Lande immer höher gewesen sey, als über dem Wsser.

Der Leser weiß bereits, daß wir der Electricität einen umfassenden Einfluß auf atmosphärische Veränderungen beimessen; es ist aber auch möglich, theoretische Ansichten, welche auf wohlbeglaubigte Versuche gegründet sind, bis zur Spekulation und Hypothese hinauszuführen, und rein individuelle Ansichten für festgestellte Thatsachen auszugeben. Es kommt uns nicht zu, zu sagen, daß die von Professor H a n st e e n in Copenhagen aufgestellten Ansichten in irgend einer Beziehung diesen letztern Charakter tragen, allein wir werden ohne Anmaßung gestehen dürfen, daß wir nicht begreifen können, wie Nordlichter auf irgend eine Weise die Bildung der Nebel verursachen können. Dieser hochgeschätzte und scharfsinnige Gelehrte denkt sich die atmosphärischen Dünste von electrischen Meteoren

durchschnitten, die, wie er sagt, ein Streben haben, demselben eine Undurchsichtigkeit in Bau und Erscheinung zu geben, oder mit andern Worten, Nebel zu erzeugen.

Dichte Nebel werden in großen Städten häufig getroffen. Von London z. B. ist bekannt, daß dort selten oder nie ein Winter ohne die öftere Erscheinung dieses Phänomens vergeht, das bisweilen so undurchdringlich ist, daß es den Fortgang aller Geschäfte und Verrichtungen der Hauptstadt hemmt, während die Umgebungen zu derselben Zeit sich eines unbewölkten Himmels erfreuen mögen. Wir standen oft auf den Hügeln, welche die mächtige Stadt umgeben und eine Ansicht ihres weiten Umfangs gewähren, und sahen sie dann in eine dunkle Wolke gehüllt, die wir nur mit der vergleichen können, welche oft nach dem schrecklichen Ausbruch eines Vulkans eine Landschaft bedeckt. Und dieß beschränkt sich nicht auf London allein. Fourcroy hat einen Nebel beschrieben, der im November 1797 die Stadt Paris bedeckte und so undurchdringlich war, daß die Leute nur mit den Fackeln verkehrten, und gegen Ende des Jahres 1790 war die Stadt Amsterdam in einen so dicken Nebel gehüllt, daß gegen 200 Menschen, die ihren Weg verloren hatten, in den Kanälen ertranken.

Defrance behauptet, diese dicken Nebel, welche gewöhnlich im Winter vorkommen, seyen dem Herabsinken von Dünsten oder vielmehr dem Herabkommen atmosphärischer Strömungen, welche das Aufsteigen des Rauches verhindern, zuzuschreiben. Dieß ist eine einfache und vielleicht auch treffende Erklärung des Ursprungs mancher jener dicken Nebel, die bisweilen über großen Städten hängen.

Mit dem Nebel verwandt, ja eigentlich nur eine besondere Erscheinungsform desselben ist der sogenannte Höhen- oder Heerrauch, auch Haiderauch, Sonnenrauch und trockener Nebel genannt. Ueber seine Entstehung sind die Naturforscher noch nicht im Klaren; soviel aber ist gewiß, daß äußere Ursachen, z. B. Moorbrennen, die Ausdünstungen von Hochöfen, Hüttenwerken und dergleichen zu seiner Bildung mit beitragen. Wenn diese Nebelart erscheint, hat die Atmosphäre nicht ihre gewöhnliche Dichtigkeit, die Ferne ist wie mit einem Flor verhangen, die Sonne, wenn sie sich dem Horizonte nähert, gleicht einem dunkelrothen Nebelball, verschwindet sogar bisweilen gänzlich, ohne von einer Wolke bedeckt zu werden, das Barometer steht ziemlich hoch, und die Luft ist trockener als sonst, daher auch der Ausdruck trockener Nebel; auch ist die Erscheinung gewöhnlich nur auf einzelne Orte oder Landstriche beschränkt. In dieser Hinsicht hat er große Aehnlichkeit mit den vorerwähnten Nebeln über großen Städten.

Fünftes Kapitel.

Erscheinungen, die aus der Vertheilung und den Eigenschaften des Lichtes entspringen.

Erzeugung des Lichtes. — Natur des Lichtes. — Allgemeine Eigenschaften. — Reflexion. — Refraktion oder Brechung des Lichtes. — Brechungsvermögen der Atmosphäre. — Zwielicht. — Luftspiegelung. — Zusammensetzung des Lichts. — Auflösung durch das Prisma und Einsaugung der Lichtstrahlen. — Farbe der Körper. — Farbe der Wolken. — Regenbogen. — Höfe um Sonne und Mond. — Nebenonnen. — Nebenmonde.

In diesem Kapitel werden wir uns bestreben, eine Beschreibung der merkwürdigsten Erscheinungen auf der Erde zu geben, die aus der Natur des Lichtes entspringen, und die Gesetze zu erklären, durch welche dieselben regiert werden. Es liegt nicht in unserer Absicht, weitläufige Bemerkungen über die Ansichten zu geben, die in Betreff des Lichtes als eines physischen Agens aufgestellt worden sind, da dieser Gegenstand immer im Zweifel liegt oder vielmehr in ein undurchdringliches Mysterium gehüllt war. Auch können wir uns nicht ganz in das Detail derjenigen physikalisch-mathematischen Gesetze einlassen, von denen seine Identität, Vertheilung und Farbe abhängt; doch werden wir einige derselben zur Erklärung derjenigen Phänomene beiziehen müssen, die von Rechtswegen unserer Betrachtung anheimfallen. Wir werden das Vorhandenseyn eines Princips, das wir Licht nennen, so wie den Erfahrungssatz annehmen, daß das Organ, auf welches es einwirken soll, das vollkommenste und genaueste aller sinnlichen Medien ist, welches zugleich am besten darauf berechnet scheint, unsere Vergnügungen zu erhöhen und unsere intellectuellen Hülfsquellen zu vermehren. Aus diesen vorausgeschickten Facten werden wir die Eigenthümlichkeiten herzuleiten suchen, die unter verschiedenen Umständen die verschiedenen um und über uns geschehenden Lichterscheinungen hervorbringen. Kein Zweig der

Physik ist in der That der Forschung würdiger, als die Lehre von der Optik, obschon man sie im Allgemeinen weniger kennt, als viele andere. Die Kenntniß der Eigenschaften des Lichtes hat den geistigen Gesichtskreis des Menschen wunderbar vergrößert. Dinge, die dem natürlichen Wirkungskreis seines Gesichtes zu fern oder zu nahe stehen, werden durch mechanische Anwendung optischer Grundsätze in den Kreis seiner Beobachtung gezogen, und mit einiger Beschränkung besitzt er sogar die Macht, dem Blinden sein Gesicht wieder zu geben, indem er das Unglück des Einen aufhebt, und die Schwächen des Andern lindert.

Erzeugung des Lichtes.

Das Licht wird unter verschiedenen Umständen und durch Mittel erzeugt, die sich nicht so schnell auseinander setzen lassen. Einige Schriftsteller haben angenommen, daß das Licht im Stande sey, in alle Körper einzudringen, und daß es wirklich einen Bestandtheil derselben bilde. Auch kann es nicht bezweifelt werden, daß, welche Einwürfe man auch gegen diese Behauptung machen mag, viele Substanzen die Eigenschaft haben, im Dunkeln Licht auszuströmen, nachdem sie den Sonnenstrahlen ausgesetzt waren. So werden schwefelsaurer Baryt, Schwefelkalk und andere chemische Verbindungen leuchtend, nachdem sie so der Sonne ausgesetzt waren; und es ist Thatsache, daß ein Diamant, der den Sonnenstrahlen ausgesetzt war und unmittelbar darauf mit schwarzem Wachs bedeckt wurde, mehrere Jahre später noch lange fortleuchtete, als das Wachs entfernt wurde. Aber keine dieser Substanzen gibt das Licht mit derselben Farbe zurück, wie es auf sie fällt, welcher Umstand einer theilweisen Einsaugung zugeschrieben werden muß.

Es gibt auch einige Insekten, welche die Kraft zu haben scheinen, das Licht einzusaugen, und es hängt einigermaßen von ihnen selbst ab, ob und wie sie es von sich geben wollen. Das Johanniskäferchen, die Lampyris noctiluca des Linnäus, welches im Sommer bei uns an feuchten, beholzten Plätzen häufig vorkommt, leuchtet mit einem starken schwefelgelben Licht. Diese Eigenschaft scheint jedoch nur dem weiblichen Glühwurm anzugehören, der ein flügelloses Insekt ist, und dessen Form der Larve eines Käfers gleicht. Es gibt eine Art Springkäfer, Elater noctilucus, sonst Cucuyo genannt, der auf den westindischen Inseln und in Südamerika zu Hause ist, und diese Eigenschaft in einem noch höheren Grade besitzt. Dieses Insekt ist nicht länger als ein Zoll, aber das Licht, welches es aus zwei durchsichtigen ungewöhnlichen Knollen über der Brust ausströmt, ist so stark, daß man den kleinsten Druck lesen kann, wenn es sich über einem Blatte bewegt. Man sagt, die leuchtenden Insekten erhalten diese ihre seltsame

Eigenthümlichkeit durch eine Flüssigkeit, die sie absondern, und sie verlieren ihren Glanz, sobald man sie auf der Hand trockne. Es wäre demnach nicht wahr, daß die Lichterscheinung eine durchaus freiwillige sei, was auch noch daraus hervorgeht, daß sie noch einige Zeit nach dem Tode des Insekts andauert.

Gewisse Wasserthiere besitzen ebenfalls diese Leuchtfähigkeit; faulende Fische leuchten um so stärker, je weiter ihre Fäulniß gediehen ist. Die Fingermuschel (Pholas dactylus) war schon Plinius wegen ihres Leuchtens bekannt, und neuere Untersuchungen haben die Eigenschaft dieser Muschel bestätigt; Plinius erzählt, die römischen Feinschmecker haben ihre Zimmer zu verdunkeln gepflegt, wenn sie diese Muscheln verspeisten, um so zwei Sinne auf einmal zu kitzeln. Auch die Nereis noctiluca, ein anderes Wasserthierchen, soll diese Leuchtfähigkeit in so hohem Grade besitzen, daß man es für die Ursache vom Leuchten des Meeres betrachtet.

Es gibt noch eine weitere Lichterscheinung, die man gewöhnlich Irrlichter oder Irrwische nennt, und die oft von dem unwissenden Landvolk für die sichtbare Erscheinung eines bösen Geistes gehalten ward, der sich damit belustige, den nächtlichen Wanderer zu verhöhnen, indem er ihn durch sein Licht in Sümpfe und Moräste führe und es ihm dann selbst überlasse, sich so gut als möglich aus seiner gefährlichen Lage herauszuwinden.

Ein wandernd Feuer,
Mit trügerischem Lichte flatternd,
Führt den erschrock'nen Wandrer nächtlich ab vom Wege,
Nach Sümpfen und Morästen, Teich und Pfützen,
Und dort versinkt, erstickt er fern von Hülfe.

Man glaubte, diese Erscheinung rühre von einem Schwarm leuchtender Insekten her; allein diese Vermuthung ist nicht stichhaltig. Die Irrlichter, deren Vorkommen überhaupt von vielen Physikern geläugnet wird, scheinen vielmehr gewöhnlich durch Wasserstoffgas, das mit Phosphor geschwängert ist, und sich bei der gewöhnlichen Temperatur der Atmosphäre entzündet, hervorgebracht, aber auch bisweilen durch stark electrische animalische Dünste erzeugt zu werden. Dabei ist zu bemerken, daß der Anfang der Zersetzung animalischer und vegetabilischer Substanzen gewöhnlich von einer Lichterscheinung begleitet ist, wie wir schon oben von den Fischen erwähnt haben.

Das Licht erzeugt sich ferner bei Verbrennungen, und kann noch durch eine Menge mechanischer Vorrichtungen künstlich erzeugt werden. Wenn man zwei Stücke Lumpenzucker, Agat oder Quarz aneinander reibt, so entsteht ein lebhaftes gelbes Licht. Die Neuseeländer und andere rohe Völker machen sich Feuer, indem sie zwei glatte Stücke Holz aneinander reiben. Eben

so können Wälder in Flammen gerathen, wenn zwei vom Wind bewegte Baumäste sich heftig aneinander reiben.

Unter allen diesen Umständen wird Licht erzeugt, und die Natur seiner Erscheinung möchte den Beobachter beinahe auf den Gedanken führen, daß es in den Körpern enthalten sey. Einige Philosophen glauben auch wirklich, daß es einen Bestandtheil der verbrennbaren Körper bilde: eine Ansicht, die durch Dieman's und Pact's Experimente gerechtfertigt zu seyn scheint. Diese Chemiker setzten eine Mischung von Schwefel und Zink einer hohen Temperatur aus, während sie zugleich jede Substanz ausschlossen, von der sie Sauerstoff hätten erhalten können. Die zwei Substanzen vereinigten sich ohne Orydation und bildeten Schwefelzink, der im Augenblick der Verbindung ein lebhaftes Licht ausströmte. Wenn wir nicht annehmen, daß das Licht ein Bestandtheil der brennbaren Körper sey, so sind wir beinahe nicht im Stande, uns die Mannigfaltigkeit der durch die Substanzen hervorgebrachten farbigen Flammen zu erklären, und der Grundsatz der Einsaugung würde zu demselben Resultate führen. Es muß jedoch irgend eine Urquelle geben, aus welcher alle Lichtkörper auf der Oberfläche der Erde diese ihre Eigenschaft schöpfen, und diese Quelle ist das Sonnenlicht — ein Princip, das das ganze System, von dem unsere kleine Welt ein Glied bildet, durchdringt, von dem Gestirn des Tages ausgeht oder durch dasselbe verursacht wird, und gleichsam von einem Mittelpunkt nach den fernsten Grenzen fließt, bis zu welchen der Einfluß seiner bekannten Anziehungskraft reicht. So weit aber auch dieses Princip ausgedehnt ist und einen so wichtigen Einfluß es auf lebende Thiere und Pflanzen übt, so können wir doch nur Muthmaßungen über seine Natur bilden, indem unsere Beobachtungen und Versuche sich auf seinen Einfluß auf die Körper und die Gesetze beschränken, von denen es unter besondern Umständen regiert wird.

Natur des Lichts.

Man hat zwei Theorieen in Vorschlag gebracht, um die Natur des Lichts zu erklären, und es dürfte nothwendig seyn, dieselben hier anzuführen. Die eine von Newton aufgestellte nimmt an, das Licht sey eine materielle Substanz, die in außerordentlich kleinen Theilen von allen Luftkörpern ausgeströmt werde, wo dann die auf das Netzhäutchen des Auges stoßenden Theilchen die Empfindung des Lichtes hervorbringen. Diese Theorie erklärt die größere Anzahl der Lichterscheinungen auf eine leicht begreifliche Weise; es gibt jedoch einige, die sie schlechterdings nicht aufzuklären vermag. Lange Zeit galt sie allgemein und wird noch jetzt von vielen Gelehrten anerkannt, obwohl sie von der Undulationstheorie, d. h. der Theorie der wellenförmigen Bewegung bedeutend überflügelt ist.

Es ist bekannt, daß der Ton durch die wellenförmigen Bewegungen hervorgebracht wird, welche ein Schwingen der Körper in der atmosphärischen Luft oder einem andern leitenden Medium hervorruft; in Folge dessen gerieth wahrscheinlich Descartes auf den Gedanken, das Licht werde ebenfalls durch Schwingungen hervorgebracht, die sich in einem außerordentlich dünnen und allen Raum erfüllenden Aether bildeten. Diese Hypothese verdanken wir jedoch schon Aristoteles, der der Ansicht war, daß das Licht durch die Bewegung eines reinen, feinen und gleichartigen Mediums oder Aethers entstehe, welche durch die Sonnenstrahlen hervorgerufen werde. Ihre gegenwärtige Form verdankt sie jedoch den erfolgreichen Arbeiten eines Euler, Young und Fresnel. Nach dieser Theorie durchdringt das elastische Medium nicht nur den ganzen Raum, sondern auch alle Substanzen, und wird im Sonnensystem durch irgend eine noch unbestimmte Thätigkeit der Sonne hervorgebracht. Professor Airy hat die Hypothese durch die sinnreichste Analysis verstärkt, und wenn wir nicht wüßten, daß auch viele andere als mathematisch gewiß ausgesprochene Dinge sich bei Versuchen als falsch erwiesen hätten, so könnten wir nicht umhin, dieser Lehre Glauben zu schenken. Allein es ist immer schwer, auf die Natur verborgener Agentien zu spekuliren, und es ist sehr zu bezweifeln, ob die in Milton's schöner Apostrophe an das Licht aufgeworfene Frage beantwortet ist oder es je werden wird:

> Heil Dir, Du heiliges Licht! Du erstgebornes Kind,
> Des Himmels oder gar mit ew'ger Strahl des Ew'gen;
> Du heller Ausfluß hellen unerschaff'nen Wesens,
> Wer kann mir Deine Quelle sagen? Vor der Sonne,
> Vor allen Himmeln warst ja Du, und bei der Stimme
> Des Allmächtigen umhülltest Du gleichsam mit einem Mantel
> Die Welt, die auf aus dunkeln tiefen Wassern stieg.

Allgemeine Eigenschaften.

Die ersten Grundgesetze einer Wissenschaft werden oft so augenfällig in Natur-Erscheinungen dargestellt, daß auch der oberflächlichste Beobachter ihre Bekanntschaft machen kann, wenn er gleich weder ihre Verbindung, noch ihre Wichtigkeit zu erkennen vermag. In andern Fällen können sie jedoch nur durch genaue Beobachtung und detaillirte Analyse aufgefunden werden. Ohne Bekanntschaft mit diesen Grundsätzen häuft der Studirende, indem er seine Kenntnisse vermehrt, nur weitere Schwierigkeiten um sich her. Es dürfte daher nothwendig seyn, einige wenige Bemerkungen über die Natur, Beschaffenheit und den Charakter des Lichtes unter gewöhnlichen Umständen, und wo die zerstörenden Kräfte, denen es unterworfen ist, nicht einwirken, hier vorauszuschicken.

1) Das Licht braucht einige Zeit, um sich von dem leuchtenden Körper zu dem erleuchteten fortzupflanzen. Bei der unermeßlichen Geschindigkeit, womit sich das Licht bewegt, hätte sich dieser Satz nie aus Beobachtung irdischer Erscheinungen ergeben können, denn obwohl es wahr ist, daß der Blitz eines Flintenschusses oder das Licht eines Leuchtthurms in einer Entfernung von einer Meile gesehen werden kann, während es in einer Entfernung von zwei Meilen unsichtbar ist, so könnte das Factum, selbst wenn es möglich wäre, die Hundertstel einer Sekunde eben so genau zu messen, wie wir Sekunden messen, doch nicht genau bestimmt werden. Nur durch die Anwendung auf die Himmelskörper läßt sich die Geschwindigkeit des Lichtes entdecken. Aristoteles lehrte die augenblickliche Fortpflanzung des Lichts, und Chrysippus, der Stoiker, ein Nachfolger Zeno's, sagt: der Uebergang desselben gleiche der Bewegung einer langen Ruthe, die, wenn sie an dem einen Ende einen Stoß erhält, sich gleichmäßig ihrer ganzen Länge nach fortbewegt. Eine lange Reihe von Jahrhunderten glaubten und lehrten die Gelehrten diesen Irrthum. Ein Hr. Römer aus Jütland entdeckte die Wahrheit, als er Beobachtungen über die Trabanten des Jupiters anstellte. Wenn sich die Erde zwischen Jupiter und der Sonne befindet, so geschehen die Verfinsterungen der Trabanten dieses Planeten 8 Minuten 13 Sekunden früher, als dieß nach den Berechnungen der Astronomen der Fall seyn sollte, und wenn sich die Sonne zwischen der Erde und Jupiter befindet, geschehen sie 8 Minuten 13 Sekunden später. Diese Resultate lassen sich nur dann erklären, wenn wir eine progressive Bewegung des Lichtes annehmen, wobei das Licht etwa $16\frac{1}{2}$ Minute braucht, um über den Erdkreis zu gehen, oder mit andern Worten, in einer Schnelligkeit von 192,600 engl. Meilen in der Sekunde lauft. Römer's Beobachtungen wurden seitdem durch die von Bradley erlangten Resultate bestätigt, da dieser die Abweichung der Fixsterne und insbesondere des Sternes χ im Drachen berechnete, und dabei die Schnelligkeit des Lichts auf 191,515 engl. Meilen in der Sekunde bestimmte.

2) Das Licht bewegt sich in geraden Linien. Nehmen wir eine Reihe von Metallplatten oder Karten, von denen jede eine kleine Oeffnung hat, stellen sie hinter einander auf, so müssen die Löcher, wenn man hindurch sehen will, nothwendig in einer geraden Linie seyn. Das Licht geht nicht durch eine gebogene Röhre. In dieser Beziehung unterscheidet es sich von dem Schall. Die Form der Schatten der Körper beweist ebenfalls, daß das Licht in geraden Linien sich bewegt, denn wenn jene auf ebene Flächen fallen, so haben sie eine Figur, die dem Körpertheil, der sie wirft, ähnlich ist.

3) Das Licht kommt von jedem Theil des Leuchtkörpers

und geht nach allen Richtungen hin. Wenn ein Strahl des direkten Lichtes von einem Leuchtkörper aus durch eine Oeffnung auf eine spanische Wand in einem verdunkelten Zimmer fällt, so wird sich das Bild jenes Körpers auf der Wand abzeichnen, was beweist, daß die Lichtstrahlen nach jeder Richtung und von jedem Theil des Lichtkörpers ausgehen. Wir haben gesagt, daß sich das Licht in geraden Linien bewege. Es gibt jedoch gewisse Umstände, unter denen es durch Kräfte, die von der Beschaffenheit der Körper abhängen, afficirt und von den Wegen abgelenkt werden kann, die es sonst einschlagen würde. Das Licht kann entweder reflektirt oder gebrochen werden, d. h. es kann entweder in seinem Laufe aufgehalten und in einer Richtung zurückgeworfen werden, die derjenigen entgegengesetzt ist, in der es sich bewegte; oder aber kann es von seinem direkten Lauf abgelenkt und genöthigt werden, sich in irgend einer geraden oder krummen Linie weiter zu bewegen.

Reflexion.

Die Reflexionsfähigkeit (Widerspiegelung) des Lichtes war schon in den frühesten Zeiten bekannt. In den Schriften des Moses werden kupferne Spiegel erwähnt, deren sich die israelitischen Weiber bedienten. Von den Griechen weiß man, daß sie die Reflexionen des Lichtes auf polirten Oberflächen kannten. Callimachus der Cyrenäer sagt in seiner Hymne an Pallas: Sie sah nie in's Wasser, noch in einen Spiegel von Orichalcum; wobei das Wort Orichalcum gewöhnlich mit dunkelfarbigem Erz übersetzt wird. In jenen alten Gedichten, die man dem Homer zuschreibt, geschieht häufig der Wirkungen Erwähnung, welche die Reflexion des Lichtes hervorbrachte. Um nur ein Beispiel zu nehmen, wollen wir hier des Dichters schöne Beschreibung von dem Brustharnisch seines Helden Achilles im zweiundzwanzigsten Gesange citiren:

> . . . . . aber das Erz umleuchtet ihn, ähnlich dem Schimmer
> Lodernder Feuersbrunst, und der hellaufgehenden Sonne.
>
> (Voß, Ilias XXII. 134 und 135.)

In einer äsopischen Fabel wird eine optische Wirkung beschrieben, die uns allein schon auf den Gedanken bringen müßte, daß die Griechen besser mit der Wissenschaft der Optik vertraut gewesen seyen, als wir uns vorstellen — wenn wir auch kein weiteres Zeugniß von ihrer Kenntniß hierin hätten. Es ist eine den Optikern wohl bekannte Erscheinung, daß die Bilder, welche von einer ebenen Fläche reflektirt werden, eben so weit hinter jener Fläche liegen, als der Körper selbst vor derselben sich befin-

det. Aesop mußte dieses Faktum kennen, als er die Fabel von dem Hund und seinem Schatten schrieb.

Aristoteles war der Ansicht, daß die Dämmerung durch die Reflexion des Sonnenlichts von Seiten der Atmosphäre hervorgebracht werde, und behauptete, eine ähnliche Reflexion sey Schuld, daß die Schatten nicht völlig schwarz erscheinen. Dieser berühmte Philosoph nahm auch an, daß Regenbogen und Höfe unter dem Einfluß derselben Ursache entstünden.

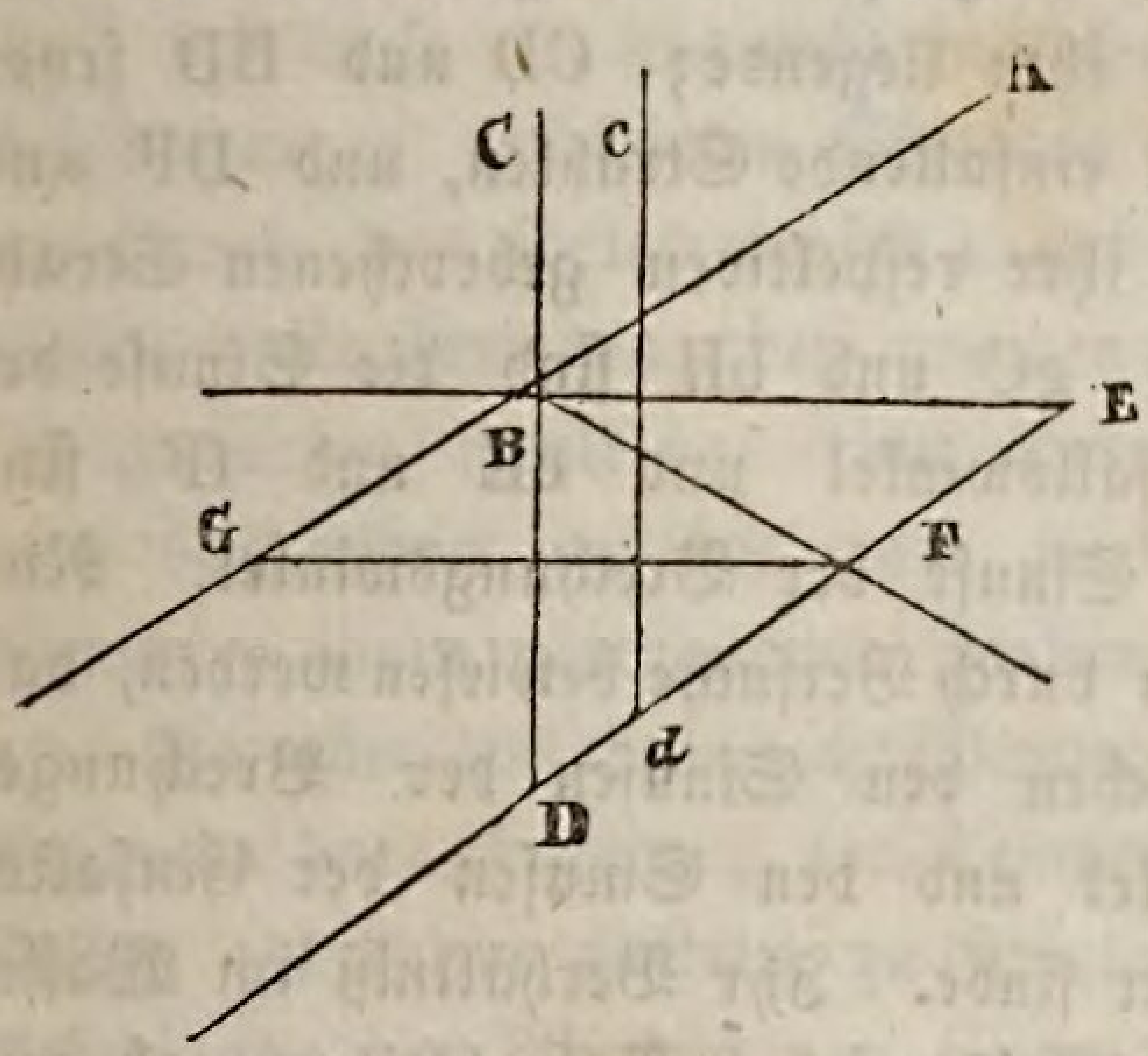
Euklid von Alexandria, der 180 Jahre vor Christus lebte, schrieb ein Werk über die Katoptrik oder die Reflexion des Lichtes, welches Buch man für verloren hält, da das Werk, welches seinen Namen trägt, jener Eleganz und Genauigkeit ermangelt, welche die andern Werke des Verfassers der Elemente der Geometrie auszeichnet.

Wenn wir die Namen einiger der berühmtesten Philosophen des Alterthums anführen, welche die Reflexion des Lichtes kannten, so dürfen wir Archimedes nicht vergessen, denn seine Brennspiegel werden immer im Andenken bleiben, so lange eine Wissenschaft von den Menschen geschätzt werden wird. Einige Schriftsteller der neuern Zeit haben jene Geschichte als eine Fabel behandelt; aber das vereinigte Zeugniß von Lucian, Eustathius, Zonaras und Anderen ist Beweis genug, um die hartnäckigsten Zweifel zu beseitigen. Ein alter Schriftsteller sagt: „Als die Flotte des Marcellus auf Bogenschußweite herangekommen war, brachte der greise Archimedes einen sechseckigen Spiegel herbei, den er zu diesem Endzweck vorbereitet hatte. In gehöriger Entfernung von diesem stellte er andere kleinere Spiegel von derselben Form auf, die sich nach allen Richtungen hin auf Angeln bewegen konnten. Er stellte sie nun gegen die Sonnenstrahlen und richtete sie gegen die römische Flotte, wodurch er diese einäscherte.“ Der Erzbischof Eustathius von Thessalonich sagt in seinem Commentar über Homer's Iliade: „Archimedes verbrannte vermittelst eines Brennspiegels eine römische Flotte auf Bogenschußweite.“ Wenn noch ein weiteres Zeugniß nöthig wäre, um zu beweisen, daß Archimedes wirklich that, was man ihm zuschreibt, so könnten wir das des Geschichtschreibers Zonaras anführen, der uns erzählt, daß Proclus, indem er nachahmte, was Archimedes zu Syrakus gethan, die Flotte des Vitellio bei der Belagerung von Constantinopel verbrannte, und daß das dazu verwendete Instrument ein Brennspiegel gewesen sey, der aus 24 kleinen glatten Reflektoren bestanden, und, die Sonnenstrahlen in einem Punkte zusammenfassend, eine ungeheure Hitze erzeugt habe.

Hätten wir aber auch kein geschriebenes Zeugniß von der Aufmerksamkeit, welche die alten Gelehrten der Erscheinung der Reflexion widme-

ten, so könnten wir doch unmöglich annehmen, daß die früheren Bewohner der Erde nichts von dieser Sache gewußt hätten. Wäre ihnen auch jede andere natürliche Erscheinung entgangen, so hätten sie doch nicht umhin können, den Reflex der auf- und untergehenden Sonne auf Seen, Flüssen und Meeren zu bemerken.

Die Wirkungen, welche die Reflexion an der Oberfläche der Körper auf das Licht hervorbringt, hängen von der Gestalt der Fläche ab, von welcher sie reflectirt werden. Es gibt jedoch ein allgemeines Gesetz, durch welches das Resultat immer regiert wird. Denn obschon parallele Strahlen, die auf eine concave Oberfläche fallen, in einem Punkte zusammentreffen (convergiren), und bei einer converen Oberfläche nach allen Seiten auseinandergehen (divergiren), so ist doch immer der Reflexionswinkel gleich dem Einfallswinkel. Um diesen Satz zu beweisen, müssen wir eine mathematische Figur zu Hilfe nehmen.



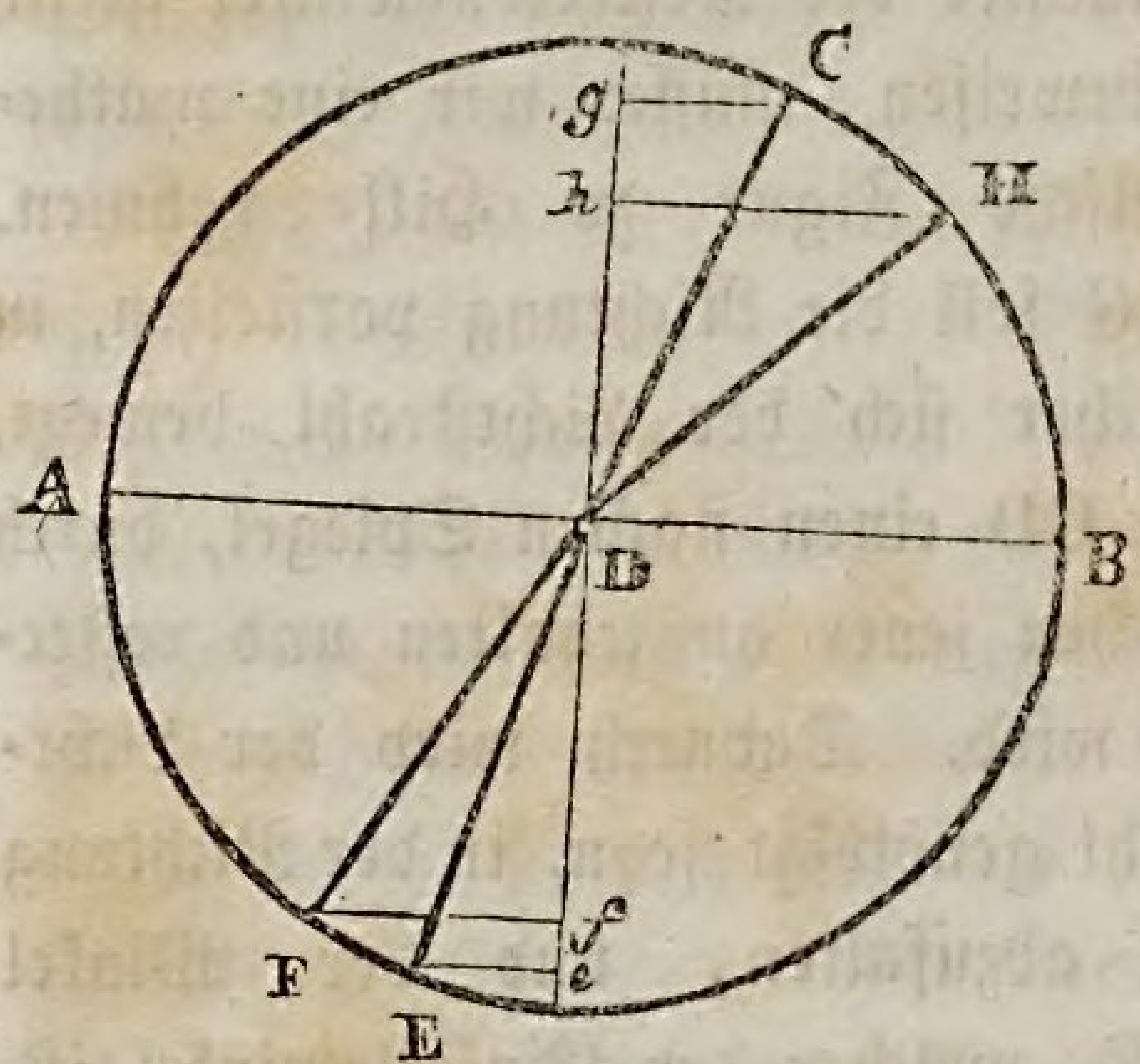
ABG soll die Richtung vorstellen, in welcher sich der Lichtstrahl bewegt, und CD einen flachen Spiegel, durch welchen jener aufgehalten und reflectirt wird. Dadurch wird der Lichtstrahl genöthigt seyn, in der Richtung BF abzufallen, und der Winkel ABE, welcher der Einfallswinkel ist, wird gleich dem Winkel EBF seyn, der der Reflexionswinkel ist. Sollte aber ein Strahl in einer Richtung auf den Spiegel fallen, welche senkrecht auf der reflectirenden Oberfläche stünde, so würde er in derselben Linie, wie er kam, zurückgeworfen werden.

Refraktion (Brechung.)

Das Phänomen der Refraktion oder der Einfluß, den durchsichtige Körper dadurch üben, daß sie die Lichtstrahlen von ihrer gewöhnlichen Richtung ableiten, muß eben so frühe bemerkt worden seyn, als die Erscheinungen, die aus der Reflerion entspringen. Das gebogene oder gebrochene Aussehen eines Stabs oder eines Pflanzenstengels, der in Wasser getaucht worden ist, muß häufig wahrgenommen worden seyn; und es ist möglich, daß die ganze Wissenschaft der Dioptrik aus dieser Wahrnehmung entstand.

Wenn ein Lichtstrahl durch ein durchsichtiges Medium geht, so wird er von seinem geradlinigen Pfade abgebogen oder gebrochen, wobei sich die Quantität der Refraktion immer nach der Natur der Substanz rich-

tet. Es gibt Körper, welche mehr als andere refraktiren, aber auch hier findet sich ein allgemeines Gesetz, das sich auf jeden Fall bei demselben Medium anwenden läßt. Alkohol refraktirt das Licht mehr als das Wasser, Oel mehr als Alkohol, und Glas mehr als Oel. Auf welches Medium ein Lichtstrahl aber auch fallen mag, so finden wir eine beständige Beziehung zwischen dem Sinus des Einfallswinkels und dem Sinus des Refraktionswinkels. Dieses Gesetz kann auf folgende Weise noch anders ausgedrückt werden: Ueberall, wo zwei Lichtstrahlen unter verschiedenen Winkeln auf dasselbe Medium fallen, werden die Sinuse der Brechungswinkel in einer constanten Proportion zu den Sinusen ihrer respektiven Einfallswinkel stehen.



AB sey die Oberfläche eines Mediums, das eine größere Dichtigkeit hat, als das über ihm liegende; CD und HD seyen zwei einfallende Strahlen, und DF und DE ihre respektiven gebrochenen Strahlen; gC und hH sind die Sinuse der Einfallswinkel und eE und fF sind die Sinuse der Brechungswinkel. Nun kann durch Versuche bewiesen werden, daß zwischen den Sinusen der Brechungswinkel und den Sinusen der Einfallswinkel eine beständige Beziehung Statt finde. Ihr Verhältniß im Wasser ist wie 1,336 zu 1; und dieses Verhältniß wird dasselbe bleiben, ob nun der Strahl die Richtung CD oder HD oder irgend eine andere hat; gC wird dieselbe Beziehung zu eE und ebenso hH zu fF haben.

Allgemeine Wirkung der Reflexion und Refraktion.

Alle Veränderungen, welche das Licht bei seinem Durchgang durch Gase, flüssige Körper und Glaslinsen erleidet, lassen sich auf dieses Gesetz zurückführen. Das eine Mal convergiren die Parallelstrahlen, das andere Mal divergiren sie; aber der Beobachter kann immer bestimmen, welche Wirkung hervorgebracht wird, sofern er nur das Grundgesetz in Betracht zieht und zugleich sich erinnert, daß, wenn das Licht von einem dünnen in ein dichteres Medium, wie von Luft in Wasser, übergeht, der Einfallswinkel größer ist als der Refraktionswinkel; daß aber, wenn es umgekehrt von einem dichten in ein dünnes Medium, wie von Wasser in Luft, übergeht, der Einfallswinkel umgekehrt kleiner ist, als der Brechungswinkel.

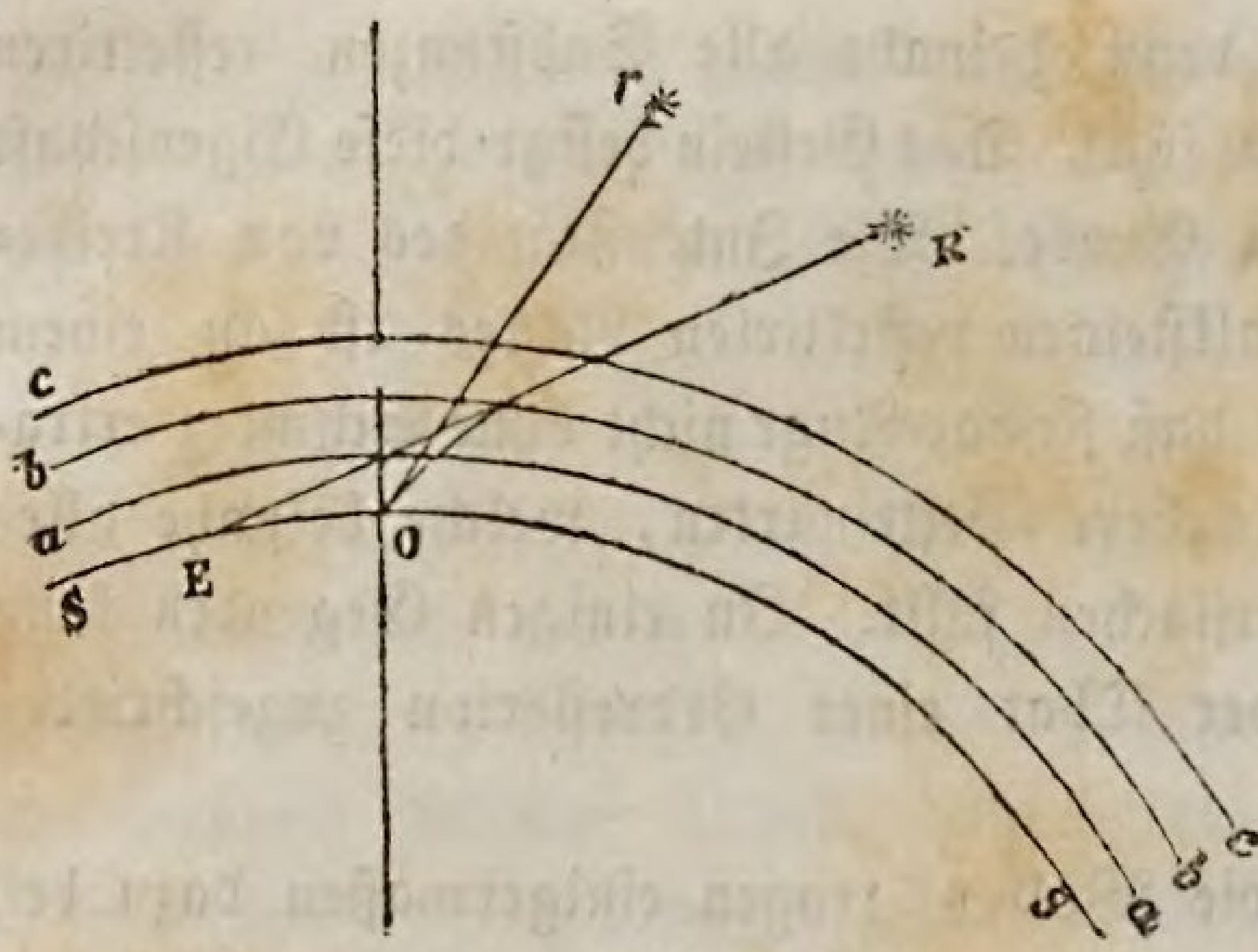
Es gibt viele Erscheinungen in der äußern Natur, die aus der Re-

flexion des Lichtes entspringen, denn beinahe alle Substanzen reflektiren einen Theil des Lichtes, das auf sie fällt. Das Gestein besitzt diese Eigenschaft in einem größern oder geringeren Grade. Die Intensität des von Kreide- und von einigen Sand- und Kalksteinen reflektirten Lichtes ist an einem unbewölkten Sommertage so stark, daß sie das Auge nicht ohne Schmerz ertragen kann. Es gibt jedoch auch andere Gesteinarten, welche beinahe alles Licht ersticken, das auf ihre Oberflächen fällt. In einigen Gegenden kann die Intensität des Lichtes in der That einer Erdreflexion zugeschrieben werden.

Auch die Atmosphäre und die Wolken tragen einigermaßen dazu bei, den gegenwärtigen Erleuchtungszustand der Erdoberfläche hervorzubringen. Hätten wir keine Atmosphäre, so könnte das Sonnenlicht nur denjenigen Fleck erleuchten, auf den es eben fiele, und Alles, was jenseits desselben läge, würde in ein undurchdringliches Dunkel gehüllt seyn, denn die durch Erdsubstanzen reflektirten Strahlen könnten nur ein ungewisses Licht um den Rand des Ortes werfen, auf den sie fielen. In Folge der wiederholten Luftreflexionen aber werden die Sonnenstrahlen nach allen Seiten hin geworfen, somit das Licht überall umher zerstreut; die Finsterniß, die sonst vorhanden gewesen wäre, wird gehoben und dadurch ein Anblick der Natur in ihren glänzendsten Farben gewonnen.

Da aber mit dem Licht Wärme verbunden ist, so wird diese wiederholte Reflexion darauf zielen, die Temperatur der Atmosphäre, die in einigen Fällen als Leiter auftritt, zu steigern; und so wird die Wärme auf den Schwingen des Windes von einem Klima nach dem andern geführt. Die Temperatur einer Luftmasse, die über irgend einem Fleck der Erdoberfläche ruht, wird theilweise durch die Quantität des reflektirten Lichtes, das jene empfängt, regulirt, denn die Wärmestrahlen sind mit Lichtstrahlen vermischt und ebenfalls der Reflexion fähig.

Viele um und über uns wahrgenommene Phänomene entspringen aus der Strahlenbrechung. Die Erde ist von einem Gasocean umgeben, in dem sie gleichsam schwimmt, und dieser aus einem elastischen Fluidum bestehende Körper hat einen großen Einfluß auf das Licht, indem er die Strahlen desselben von ihrem Laufe ablenkt und dadurch alle Himmels-Erscheinungen und bisweilen auch irdische Körper in einer falschen Lage erscheinen läßt. Diese Wirkung würde auch wirklich hervorgebracht, wenn die Atmosphäre durchaus eine gleichförmige Dichtigkeit hätte; allein ihre Dichtigkeit vermehrt sich mit ihrer Annäherung an die Erde, und demzufolge wird ein Lichtstrahl von dem Augenblick an, wo er in die Atmosphäre tritt, bis zu dem Punkt, wo er die Erde erreicht, immer stärker und stärker gebrochen.



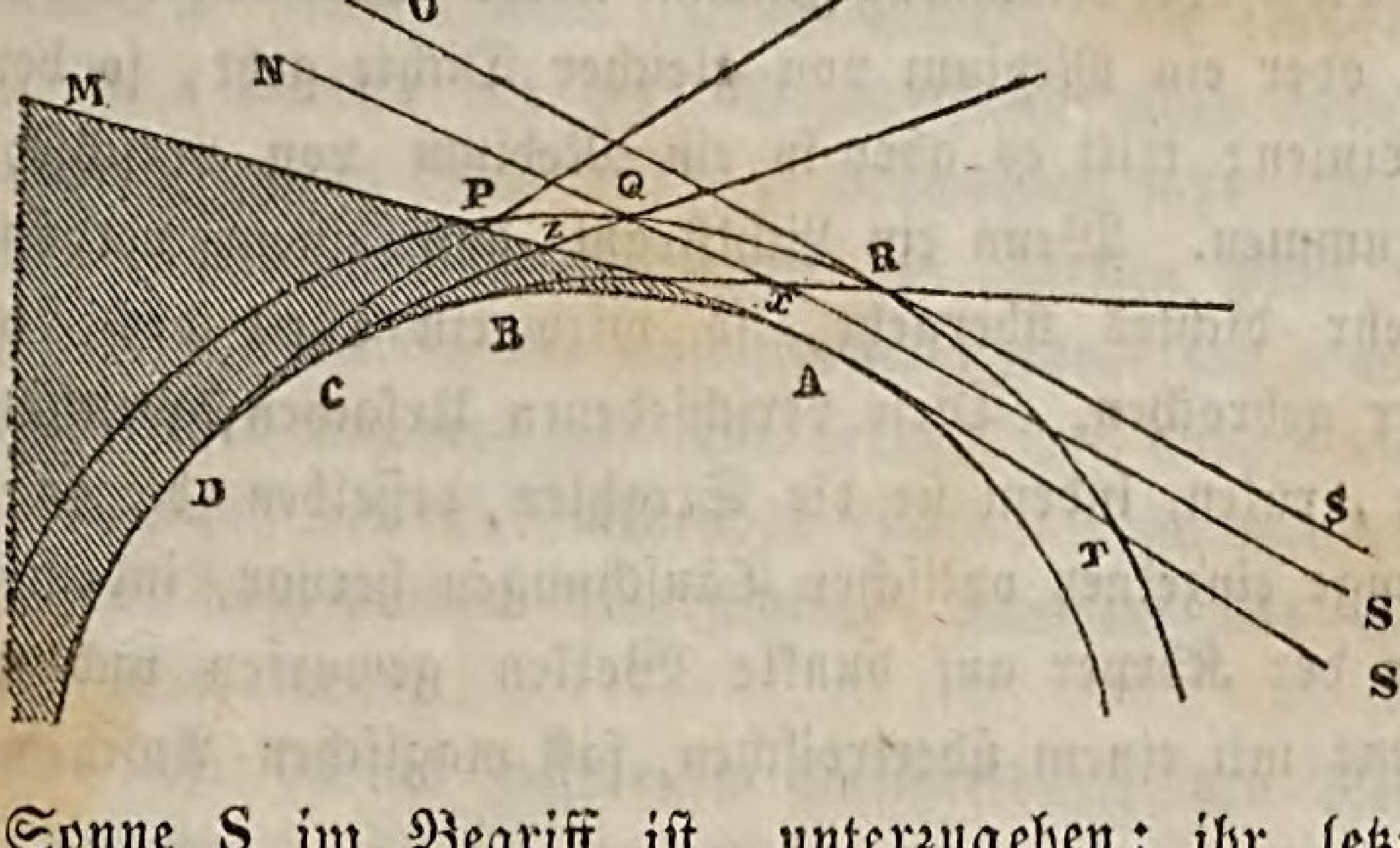
SS sey die Oberfläche der Erde, und abc seyen auf einanderfolgende Luftschichten, von denen die unterste die dichteste ist. RE sey die Richtung, in welcher ein Lichtstrahl von einem Stern aus nach der Erde gelangen würde, wenn keine Atmosphäre da wäre. Da er sich aber durch die Luft bewegen muß, so wird er in einer krummen Linie aus seinem Laufe gerückt, und anstatt das Auge eines in E stehenden Beobachters zu treffen, gelangt er nach dem Punkte O. Ein in O aufgestellter Beobachter würde jedoch den Stern nicht in seiner wirklichen Lage sehen, denn es ist ein Gesetz der Optik, daß ein Gegenstand in der Richtung des Strahls in dem Augenblick gesehen wird, wo derselbe das Auge trifft, und daher wird der Gegenstand in einer größeren Höhe erscheinen, als er sich wirklich befindet, z. B. in r, und dieß ist die beständige Wirkung der atmosphärischen Refraktion. Dieselbe Ursache wird auch den häufig aufgestellten Satz erklären, daß ein Himmelskörper noch eine Zeit lang gesehen werden könne, nachdem er bereits unter den Horizont hinabgestiegen ist, denn die davon ausgehenden Lichtstrahlen werden, indem sie in die Atmosphäre gelangen, gebrochen und treffen das Auge des Beobachters in einer Richtung, welche ihm Körper zu Gesicht bringt, die um ein Beträchtliches unterhalb seines Horizontes liegen. Die Quantität der Refraktion wächst von dem Zenith an nach dem Horizonte hin, indem sie an dem letztern gleich 3 Fuß ist, — eine sehr bedeutende Quantität.

Der direkte wohlthätige Einfluß dieser atmosphärischen Strahlenbrechung besteht darin, daß sie die Dauer des himmlischen Lichtes vergrößert, indem sie die Thätigkeit der Sonne und des Mondes verlängert. Allein die trügerische Lage, welche sie den Erscheinungen am Himmel gibt, trägt dazu bei, die Berechnungen der Astronomen zu stören. Man hat zwar Tabellen entworfen, durch welche dieser Irrthum theilweise berichtigt werden kann, allein es ist zu bezweifeln, ob die Tabellen selbst in allen Fällen diesem Zwecke entsprechend sind. Die Bestimmung der wechselnden Quantität der Brechung vom Zenith nach dem Horizont mag als ein leichtes Problem erscheinen, die Erforschung desselben ist jedoch mit vielen Schwierigkeiten verknüpft. Die Quantität der Strahlenbrechung hängt von der Dichtigkeit ab; die Dichtigkeit aber ist veränderlich. Denn ob-

wohl sie mit ihrer Erhebung über die Erdoberfläche abnimmt, so ist doch das Verhältniß dieser Abnahme nicht genau bekannt, da sie denjenigen Wechseln unterworfen ist, die durch eine lokale oder allgemeine Veränderung der Natur hervorgebracht werden. Dieß ist jedoch nicht die einzige Ursache, welche auf die Quantität der Strahlenbrechung wirkt. Die Atmosphäre ist zu verschiedenen Zeiten auch verschieden mit Dünsten gesättigt, und das Vorhandenseyn und die Menge dieser Dünste verändern ebenfalls die Refraktionskraft der Atmosphäre.

Dämmerung.

Die Dämmerung ist eine durch die Reflexion erzeugte Erscheinung. Wenn die Sonne so tief unter den Horizont hinabgestiegen ist, daß sie eine Wirkung der direkten Strahlen vermittelst der Refraktion nicht mehr gestattet, so treffen die Sonnenstrahlen, welche über die Erdoberfläche hinausgehen, noch auf die Atmosphäre oder die Wolken, die in derselben schwimmen, und werden nach unten reflektirt, wodurch jene secundäre Beleuchtung zum Vorschein kommt, die wir Dämmerung oder Zwielicht nennen. So wenigstens lautet die Erklärung, welche aus der Annahme einer Materialität des Agens für uns entspringt. Ueber Gegenstände dieser Art müssen wir ein Schweigen beobachten; denn es wäre nutzlos, etwas zu verwerfen, von dem das Gegentheil nicht bewiesen werden kann. Es ist jedoch zu bemerken, daß, falls das Licht ein unbegreiflich dünnes ätherisches Fluidum ist, wie die Anhänger dieser Theorie behaupten, nichts Auffallendes in dem Umstand liegt, daß die Luft selbst im Stande seyn sollte, den Fortschritt desselben zu hemmen, es zu reflektiren, und die Erdoberfläche durch seine indirekten Strahlen zu beleuchten.



Sir John Herschel's Erklärung dieses Phänomens ist so einfach und vollständig, daß es uns erlaubt seyn möge, sie hier anzuführen: ABCD soll die Erde seyn. A ist ein Punkt an ihrer Oberfläche, wo die Sonne S im Begriff ist, unterzugehen; ihr letzter unterer Strahl SAM berührt eben die Erdoberfläche in A, während ihre obern

Strahlen SN und SO die Atmosphäre über A durchschneiden, ohne die Erde zu treffen, und die Atmosphäre endlich in den Punkten PQR verlassen, nachdem sie beim Durchgang durch dieselbe mehr oder weniger gebrochen worden sind, nämlich der untere am meisten, die höheren weniger, und der, welcher, wie SRO, nur den äußern Rand der Atmosphäre berührt, gar nicht. Betrachten wir nun die Punkte BCD, von denen jeder weiter als der vorangehende von A entfernt ist, und jeder tiefer in dem Erdschatten steht, der den ganzen Raum von A an unterhalb der Linie AM einnimmt. Nun erhält A gerade den letzten direkten Sonnenstrahl, und wird überdieß durch die ganze reflektive Atmosphäre PQRT beleuchtet. Dieser Punkt erhält daher ein Zwielicht von dem ganzen Himmel. Der Punkt B, für welchen die Sonne bereits untergegangen ist, empfängt kein direktes Sonnenlicht, noch irgend ein direktes oder reflektirtes von dem Theil seiner sichtbaren Atmosphäre, der unterhalb APM liegt. Von dem linsenförmigen Theile PRX jedoch, der von den Sonnenstrahlen durchschnitten wird und über dem sichtbaren Horizonte BR von B liegt, erhält er ein Zwielicht, das in R, dem Punkte, der unmittelbar über der Sonne liegt, am stärksten ist, und nach P zu in dem Grade abnimmt, als der erleuchtete Theil der Atmosphäre schwächer wird. Bei C liegt nur der letzte oder dünnste Theil PQz der so erleuchteten linsenförmigen Sekante über dem Horizonte CQ dieses Ortes. Hier also ist die Dämmerung schwach und auf einen kleinen Raum innerhalb oder in der Nähe des Horizontes, den die Sonne verlassen hat, beschränkt, während in D die Dämmerung ganz aufgehört hat.

Luftspiegelung.

Aus der veränderlichen Temperatur der Atmosphäre entspringen verschiedene refraktive Kräfte, und daraus hat man sich das Phänomen zu erklären, das Luftspiegelung oder Kimmung genannt wird. Wenn das Licht durch einen leeren Raum oder ein Medium von gleicher Dichte geht, so bewegt es sich in geraden Linien; tritt es aber in ein Medium von verschiedenen Dichtigkeiten, in krummen. Wenn ein Lichtstrahl aus einem verdünnten Medium in ein sehr dichtes übergeht, so wird ein Theil des Lichtes reflektirt, ein anderer gebrochen. Diese verschiedenen Ursachen, welche auf das Licht einwirken, rufen, indem sie die Strahlen desselben biegen und verrücken, eine Menge einzelner optischer Täuschungen hervor, indem bisweilen die Gestalten der Körper auf dunkle Wolken geworfen und dann wieder Erdphänomene mit einem überirdischen, fast magischen Anschein bekleidet werden.

In allen Klimaten, die einer hohen Temperatur ausgesetzt sind, die-

selbe mag nun von Wärme oder von Kälte herrühren, bemerkt man Folgen ungleicher Brechung. In den Wüsten Afrika's sieht sich der Reisende oft von Bildern umgeben, welche seine erschlafften Lebensgeister wieder auffrischen und ihn mit der Hoffnung erfreuen, daß er bald einen Ort finden werde, wo er unter dem Schatten eines grünen Gebüsches ausruhen oder in kühlen Strömen und weiten Seen baden dürfe; aber er schaut auf ein Luftbild, das weniger Gestalt hat, als die Morgenwolke; so auch sieht der erstarrte Reisende in der arktischen Zone mächtige Städte vor sich, mit Zinnen und Thürmen, die ihm aber leider keinen Schutz gewähren können, denn es sind nur die verdrehten Formen von Eisbergen und die schneebedeckten Gipfel kahler Felsen.

Monge, der die französische Armee nach Aegypten begleitete, erzählt, es sey in der Wüste zwischen Kairo und Alexandria das Bild des Himmels so sehr mit dem des Sandes vermischt gewesen, daß dadurch das Gemälde einer reichen und fruchtbaren Gegend zum Vorschein kam. Die Wanderer schienen von grünen Inseln und großen Seen umgeben, die zusammen eine herrliche Landschaft in der Mitte einer sandigen Fläche bildeten; aber vergebens eilte die erschöpfte Truppe vorwärts, um diesen beglückten Ort zu erreichen, denn da waren weder Inseln noch Seen, sondern nur die Fortsetzung derselben glühenden Wüste, die sie bis jetzt so mühsam durchschritten hatten.

Dr. Clarke bemerkte eine ganz ähnliche Erscheinung in der Nähe von Rosette. Die Stadt schien von einer herrlichen Wasserfläche umgeben, und der griechische Dolmetscher, der den Reisenden begleitete, wollte sich nicht überreden lassen, daß die Erscheinung eine Täuschung sey. Allein sie erreichten Rosette, ohne Wasser zu finden, und als sie auf die Gegend zurückschauten, die sie durchwandert hatten, erschien sie ihnen wie ein großer blauer See.

Auch in gemäßigteren Zonen bemerkt man bisweilen diese Erscheinung. Dr. Vince hat eine Beschreibung eines derartigen Phänomens gegeben, das er im Jahr 1798 in Ramsgate sah. Man erblickte gerade über der Wasserfläche am Horizonte den obersten Mast eines Schiffes, das sich dem Ufer näherte, und unmittelbar darüber sah man am Himmel zwei Bilder desselben Schiffes, das eine gerade, das andere umgekehrt. Je näher aber das Schiff den Beobachtenden rückte, desto weniger deutlich wurden die Bilder; doch blieben beide sichtbar, nachdem das Schiff bereits über dem Horizonte stand.

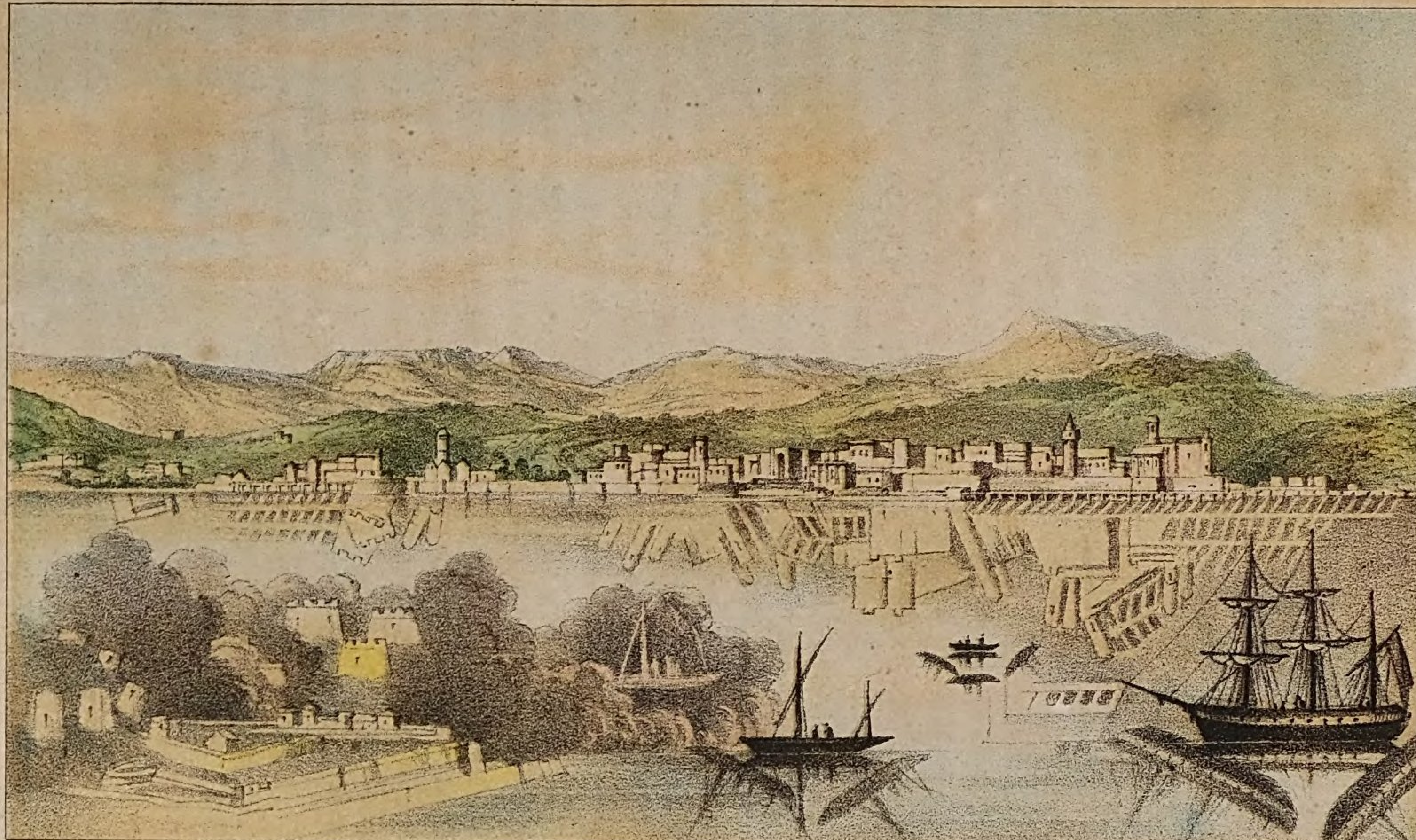
Aus der bereits gegebenen Beschreibung der Refraktion läßt sich leicht erklären, wie das einzelne gerade Bild eines noch unter dem Horizonte sich befindlichen Schiffes erscheinen konnte. Nicht so klar dürfte

jedoch seyn, wie das verkehrte Bild entstand. Man sieht die Sonne, nachdem sie unter den Horizont hinabgestiegen ist, noch vermöge der gewöhnlichen Strahlenbrechung oder vielmehr in Folge des Brechungsvermögens der Atmosphäre, die aus der allgemeinen verschiedenen Dichtigkeit hervorgeht. Wenn aber die Dichtigkeit einer Luftmasse durch lokale Ursachen vermehrt oder vermindert wird, dann erfolgt eine ungewöhnliche Refraktion, und da die Linie, in der sich das Licht bewegt, converer als gewöhnlich ist, so wird der Gegenstand im Verhältniß damit nach aufwärts geworfen, und man wird in einer großen scheinbaren Entfernung über dem Horizonte ein gerades Bild erblicken. Das verkehrte Bild entsteht dadurch, daß sich die Strahlen kreuzen, ehe sie das Auge erreichen; d. h. das Licht, welches von dem Rumpf des Schiffes ausgeht, ist so gekrümmt, daß es dasjenige durchschneidet, welches von den Masten ausgeht, und auf diese Weise wird das Bild verkehrt. Um diese Erscheinung hervorzubringen, ist ein eigenthümlicher Zustand der Atmosphäre erforderlich. Es ist jedoch nicht nothwendig, hier weiter in diese Frage einzugehen.

Man kennt viele Beispiele von Erscheinungen von Schiffen in der Luft, allein die Bilder werden im Allgemeinen als gerade beschrieben. Drei Personen erwähnen eines solchen Phänomens, das sie im Jahr 1662 an verschiedenen Stellen gesehen haben wollen.

Dr. Vince erzählt ferner, daß er in Ramsgate die vier Thürme von Dover Castle auf einem Hügel gesehen habe, der einen direkten Anblick dieses Bauwerkes gänzlich verbietet. Allein der merkwürdigste Fall, den dieser ausgezeichnete Gelehrte anführt, ist derjenige, den er am Abend des 6. August im Jahr 1806 bemerkte, indem das Bild des Castells so lebhaft auf die Ramsgater Seite des Berges projektirt wurde, daß man vor dem Bilde diesen selbst nicht mehr sah.

Der Brocken, eine Bergspitze im Harz, die sich etwa 3300 Fuß über den Meeresspiegel erhebt, war seit Jahrhunderten der Schauplatz gespenstiger wundersamer Erscheinungen. Haue hat zum Unglück derer, die das Wunderbare lieben, die Naturforscher in den Stand gesetzt, die Ursache jener zu erklären und dadurch der Erscheinung das ganze Interesse benommen, das mit dem Glauben an übernatürliche Phänomene verbunden ist. Dieser Gelehrte bemühte sich lange aufs Eifrigste, das Phänomen zu Gesicht zu bekommen, und erstieg zu dem Ende mehrmals den Berg, jedoch ohne Erfolg. Am 23. Mai 1797 begab er sich in der Frühe auf die Spitze des Berges, um die Sonne aufsteigen zu sehen. Der Himmel war hell und die Strahlen der Morgensonne übergossen so eben den Gipfel der Berge mit ihrem goldenen Licht, als er auf einer Wolke, deren Richtung der der aufsteigenden Sonne entgegengesetzt war, gegen die Achtermanns-



Die Fata Morgana zu Reggio.

höhe hin eine riesenhafte menschliche Figur sah, die das Gesicht gegen ihn gekehrt hatte. Während er mit einem Gefühl, das nicht ganz frei von Schrecken blieb, das wunderbare Schauspiel anstarrte, drohte ihm ein plötzlicher Windstoß den Hut wegzublasen, und als er die Hand erhob, um ihn festzuhalten, sah er, wie das Gespenst seine Handlung nachahmte; ein Umstand, der ihn alsbald von der Furcht befreite, die ihn bereits ergriffen hatte. Er änderte jetzt Ort und Stellung und fand, daß die Gestalt seinen Bewegungen folgte. Haue ward jetzt von dem Manne eingeholt, der ihn auf den Berg herauf begleitet hatte, und nun erschien ein zweites kolossales Gespenst, und bald nachher ein drittes. Die zuerst gesehenen Figuren wurden offenbar dadurch hervorgebracht, daß die horizontalen Sonnenstrahlen die Schatten der beiden Männer auf die Wolken warfen. Die Erscheinung der dritten Person verdankte ihr Daseyn ohne Zweifel der Verdopplung einer der Figuren und der ungleichen Brechungskraft der Atmosphäre.

Die Fata Morgana ist ein weiteres Beispiel dieser trügerischen Erscheinung. Dieses merkwürdige Phänomen wird beim Leuchtthurm von Messina in Sicilien beobachtet und hat Jahrhunderte lang in den Annalen des Aberglaubens geglänzt. Wenn man auf einem erhabenen Punkte in der Stadt Reggio steht, die den Anblick des Meerbusens beherrscht, und den Rücken der aufgehenden Sonne zukehrt, so wird man oft, wenn die Strahlen einen Winkel von etwa 45 Grad mit dem Horizonte bilden, die auf beiden Ufern befindlichen Gegenstände in lebhaften Farben auf der Oberfläche der Gewässer erblicken. Paläste, Castelle, Thürme, Bogengewölbe werden vom Wasser aus wie aus einem Spiegel reflektirt, und man sieht Menschen, Pferde und Vieh schnell von einem Ort zum andern sich bewegen und dadurch jenes herrliche Gemälde vervollständigen, das der Betrachter mit dem Gefühle abergläubischer Bewunderung anstarrt, und wovon das nebenan befindliche Bild einen ungefähren Begriff geben soll.

Aehnliche Erscheinungen hat man auch häufig auf den Seen von Irland bemerkt. An alle knüpfen sich Sagen. Die Geschichte von O'Donoughoo, der um den schönen See von Kyllarney spuckt, ist Allen bekannt, die das Wunderbare lieben. O'Donoughoo war ein berühmter Häuptling, der im Besitz von Zauberkünsten war. Als seine Frau heftig in ihn drang, ihr eine Probe seiner Geschicklichkeit zu geben, nahm er die Gestalt eines Dämons an, und da sie dabei den Muth verlor, mußte er für seine Unbesonnenheit büßen, und verschwand. Seitdem pflegt er auf einem Pferde mit silbernem Hufbeschläg über den See zu reiten, und seine Strafe besteht darin, daß er diese Uebung so lange fortsetzen muß, bis die Hufe abgenützt sind. Am Morgen des 1. Mai versammeln sich Tausende um den See herum, um

ihn zu sehen, und es unterliegt keinem Zweifel, daß die Gestalt, welche leichtgläubige Reisende gesehen haben wollen, nichts anders als der Schatten eines Mannes ist, der am Ufer hinritt.

Scoresby erwähnt in seiner „Schilderung der arktischen Regionen" mehrerer merkwürdigen Beispiele von ungewöhnlicher Refraktion, die er auf seinen Polarreisen beobachtete. Während er mit einem östlichen Wind der Küste von Spitzbergen entlang segelte, sah er eine merkwürdige Umgestaltung des Foreland oder der Charlesinsel. Es schien daselbst ein Berg in der Gestalt eines schlanken Monumentes zu stehen, und neben ihm ein ungeheurer und vollkommen ausgeführter Bogen, der sich über ein, wenigstens eine Meile breites Thal schwang. Dieses Schauspiel dauerte jedoch nicht lange. Bald erschienen Burgen, Kirchthürme und Mauern, die ihre Formen so schnell änderten, daß die Verwandlungen gleichsam das Werk eines verborgenen Maschinisten zu seyn schienen. „Jeder Gegenstand zwischen den nordöstlichen und südöstlichen Punkten des Kompasses," sagt Scoresby, „ward durch diese seltsame Refraktion mehr oder weniger umgestaltet."

Bei andern Gelegenheiten bemerkte Scoresby ähnliche Resultate, und aus der ganzen Summe seiner Beobachtungen folgert er:

1) daß die Wirkungen ungewöhnlicher Strahlenbrechung am Abend oder in der Nacht nach einem hellen Tage vorkommen;

2) daß sie beim Beginn oder der Annäherung der Ostwinde am häufigsten sind;

3) daß die an der Oberfläche des Landes oder der See vor sich gehende Mischung zweier Luftströme, welche verschiedene Temperaturen haben, sowie die unregelmäßige Ablagerung unvollkommen verdichteter Dünste, die Ursachen dieser Phänomene sind.

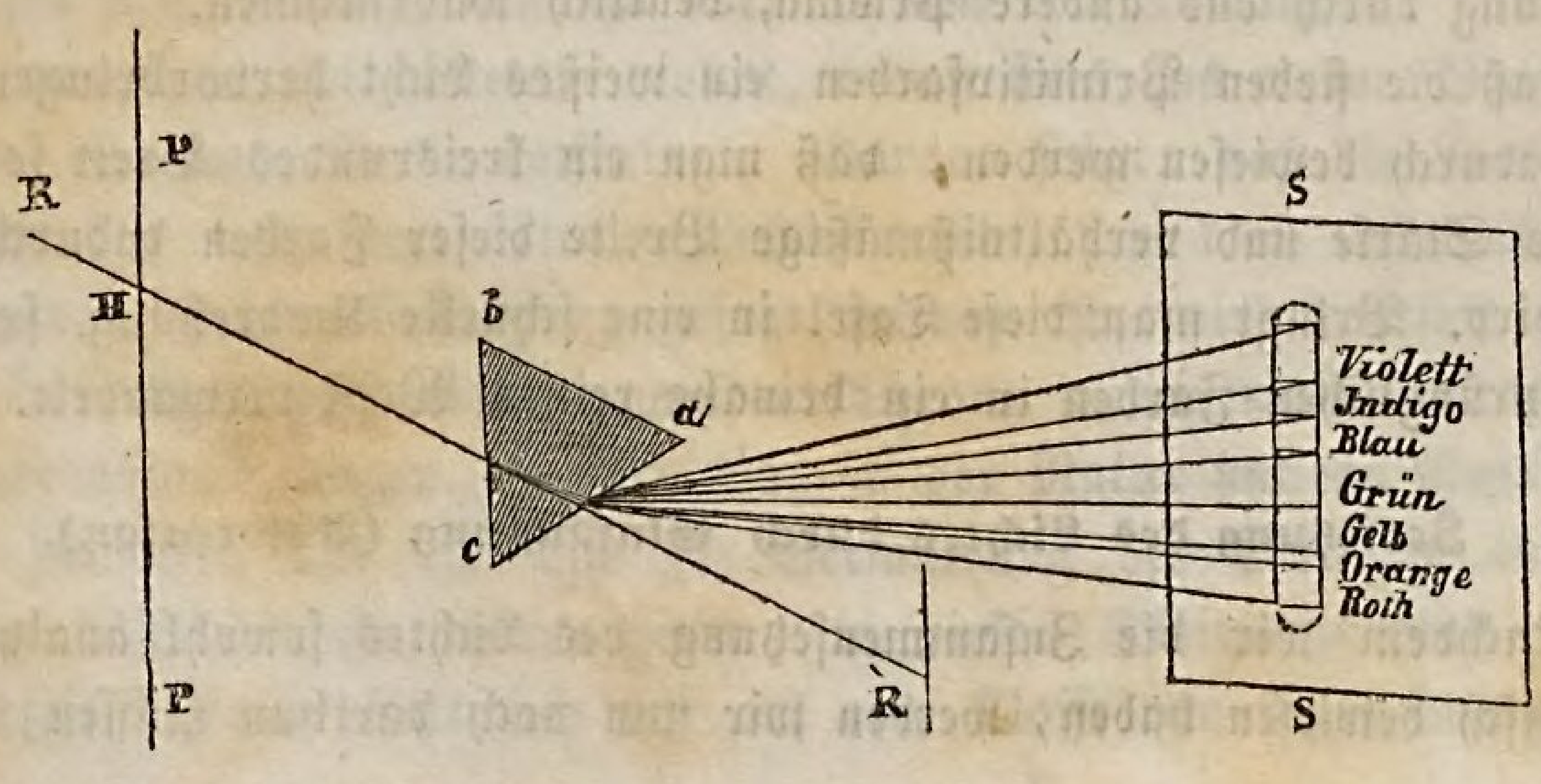
Zusammensetzung des Lichtes.

Eine mit den, durch Experimente festgestellten Thatsachen unbekannte Person, ja selbst ein einsichtsvoller Beobachter könnte wähnen, das Sonnenlicht sey eine weiße, gleichartige Substanz. Es ist jedoch sowohl durch Analyse als durch Synthese bewiesen worden, daß dasselbe aus sieben Elementen, wenn wir so sagen dürfen, zusammengesetzt ist, welche durch verschiedene Eigenschaften und Farben charakterisirt werden. Die Farben dieser Elementartheile des Lichtes sind roth, orange, gelb, grün, blau, indigo und violett. Dieser Satz kann nun auf zwei Arten bewiesen werden: durch Strahlenbrechung und durch Einsaugung. Von beiden werden wir einzeln sprechen.

Zersetzung des Lichtes durch Brechung.

Sir Isaak Newton entdeckte die Zusammensetzung des weißen Lichtes, und bediente sich dabei des Processes der Refraktion. Wenn ein Sonnenstrahl durch ein kleines Loch im Fensterladen oder auf eine andere Weise in ein dunkles Zimmer gelassen wird, so wird derselbe eine gerade Richtung verfolgen, und einen kleinen runden weißen Fleck auf der entgegengesetzten Wand des Zimmers abbilden. Bringt man aber ein Prisma, d. h. ein dreiseitiges keilförmiges Stück Glas, zwischen den Laden oder Schirm in die Wand des Zimmers, auf der sich der weiße Fleck gebildet hat, und zwar auf eine Weise, daß der Lichtstrahl durch dasselbe passiren muß, indem er an der einen Oberfläche herein kommt und unter demselben Winkel durch die zweite Oberfläche austritt, dann dürfen wir nach den Gesetzen der Strahlenbrechung annehmen, daß er von seinem ursprünglichen Laufe abgelenkt, und der kleine weiße Fleck an einen andern Ort versetzt werde, kurz, daß eine Wirkung auf das Licht hervorgebracht werde, die derjenigen ähnlich wäre, welche bei dem Durchgang desselben durch Wasser, Luft und andere durchsichtige Substanzen entsteht. Diese Wirkung erscheint jedoch nicht, denn anstatt eines schmalen weißen Flecks bildet sich eine längliche Figur, die man das Spectrum oder Farbenbild der Sonne nennt, und die aus sieben Farben in folgender Ordnung besteht: roth, orange, gelb, grün, blau, indigo und violett. Diese Farben können mit großem Glanze, jedoch nicht mit gleicher Helligkeit hervorgebracht werden. Es ist außerordentlich schwierig, die Grenzen der Farben zu bestimmen, indem die Gradationen bei der Verbindung einer Farbe mit der andern fast unbemerkbar sind.

Dieß wird vielleicht durch eine Erklärung der folgenden Figur deutlicher hervortreten. Ein Sonnenstrahl RR falle durch eine kleine Oeffnung H in ein dunkles Zimmer und treffe dort auf einen Schirm SS, wo er einen weißen Fleck von beinahe derselben Größe, wie die Oeffnung, durch die er eingelassen, bilden wird. Nun stelle man aber ein gläsernes



Prisma abc zwischen die Oeffnung und den Schirm, und zwar so, daß der Strahl auf die Oberfläche bc fallen und auf der Oberfläche ac unter gleichen Winkeln heraustreten muß. Dadurch wird der Strahl nicht nur abgelenkt, sondern zersetzt werden, und ein farbiges Sonnenbild sich auf dem Schirme SS bilden.

Wenn wir nun bewiesen haben, daß das weiße Licht einer Zersetzung fähig ist, so tritt alsbald eine neue Frage vor unsern Geist: Ist es nicht möglich, daß die Strahlen, aus denen das Licht zusammengesetzt ist, selbst wieder zusammengesetzt sind, und daß derselbe Proceß, der das weiße Licht zersetzte, auch sie zersetzen kann? Sir Isaak Newton machte dieses Experiment; als er aber jeden gefärbten Strahl untersuchte und sie der Reihe nach durch ein kleines Loch in den Schirm gehen und auf ein zweites hinter dieses aufgestellte Prisma fallen ließ, entdeckte er, daß die Farben nicht wieder zersetzt werden konnten, sondern dem allgemeinen Gesetz der Brechung folgten, welches das weiße Licht unter gewöhnlichen Umständen regiert. Aus diesen Resultaten folgt, daß die aus der Zersetzung des weißen Lichtes entstehenden gefärbten Strahlen gleichartig sind, daher werden sie die Primärfarben genannt, während diejenigen, welche aus der Verbindung zweier oder mehrerer Primärstrahlen hervorgehen, secundäre genannt werden.

Es ist jetzt nur noch Etwas nothwendig, um die zusammengesetzte Natur des weißen Lichtes vollständig zu erweisen, nämlich die Wiederzusammensetzung der 7 Farben zur Herstellung des ursprünglichen zusammengesetzten Strahls. Zu diesem Endzweck nehme man ein zweites Prisma, das aus derselben Glasart verfertigt ist und den nämlichen Refraktionswinkel hat, und stelle die beiden so zusammen, daß sie die Gestalt eines Parallelogramms bilden, so werden die sieben, durch die Analyse mit dem ersten Prisma gebildeten Strahlen sich durch das zweite wieder vereinigen und einen einzigen weißen Fleck bilden. In diesem Experiment kann man die getrennten Resultate, die Zersetzung durch das eine und die Wiederzusammensetzung durch das andere Prisma, deutlich wahrnehmen.

Daß die sieben Primitivfarben ein weißes Licht hervorbringen, kann auch dadurch bewiesen werden, daß man ein kreisrundes Brett so bemalt, daß die Stärke und verhältnißmäßige Breite dieser Farben dadurch dargestellt wird. Bringt man diese Tafel in eine schnelle Umdrehung, so werden die ursprünglichen Farben in ein beinahe reines Weiß verwandelt.

Zersetzung des Lichtes durch Einsaugung (Absorption).

Nachdem wir die Zusammensetzung des Lichtes sowohl analytisch als synthetisch bewiesen haben, werden wir nun noch darthun müssen, daß das

Licht auch durch Einsaugung zersetzt werde. Wenn das Licht auf einen durchsichtigen Körper fällt, so geht ein Theil desselben hindurch, ein anderer wird durch unregelmäßige Reflexion zerstreut, während ein dritter gehemmt und durch die Substanz selbst eingesaugt wird. Es gibt einige Substanzen, die alle Strahlen des weißen Lichtes gleich gut passiren lassen, während andere gewisse Strahlen, zu denen sie eine besondere Verwandtschaft zu haben scheinen, in sich einsaugen. Es gibt jedoch keine vollkommen durchsichtigen Körper, wie es auch andererseits keine gibt, welche diese Eigenschaft nicht wenigstens einigermaßen besitzen. Wasser und Luft, obschon sie keinen Strahl mehr als den andern hemmen, saugen doch einen Theil des Lichtes ein, das sie trifft, und die dichtesten Metalle können so dünn geschlagen werden, daß sie einen Theil eines Strahles durchlassen.

Viele Gelehrte waren der Ansicht, daß nur ein Theil der sieben Farben, aus denen das prismatische Farbenbild zusammengesetzt ist, primitive seyen. Dr. Wollaston behauptete, es gebe nur 4 Primärfarben: roth, grün, blau und violett. Dr. Young zählt drei auf, roth, gelb und blau, mit welcher Analyse Brewster übereinstimmt. Der letztgenannte Gelehrte hat die durch verschiedene Körper hervorgebrachten Farbenbilder und die Veränderungen untersucht, denen sie unterworfen sind, wenn man sie durch verschiedenartige Media sieht. Dabei entdeckte er, daß die Farben jedes Theils des Farbenbildes durch die Einwirkung verschiedener Medien verändert werden können. Aus diesen Experimenten folgert er im Allgemeinen, daß das Farbenbild aus drei gleichen Theilen bestehe, welche jeder für sich roth, gelb und blau sind.

Farbe der Körper.

Die Farbe ist eine unzertrennliche (inhärente) Eigenschaft der Körper, denn jede Substanz kann so genommen werden, daß sie einen verschiedenen Eindruck auf das Auge macht, je nachdem man sie in den einen oder den andern der prismatischen Strahlen stellt. Ein Körper kann im weißen Lichte gelb sein, bringt man ihn aber in den rothen Strahl, so wird er roth werden, und im violetten violett, indem stets aus einem Wechsel der Umstände eine neue Farbe entspringt. Daraus folgt, daß die Farbe jeder Substanz sich nach dem Strahle richten wird, den diese reflektirt. Aus dem, was über die Einsaugung gesagt worden ist, wird deutlich hervorgehen, daß diese von Newton gegebene Theorie die unendliche Mannigfaltigkeit der Schattirungen, welche man in der Natur und an Kunstgegenständen bemerkt, und die aus der Vermischung der Strahlen in allen möglichen Verhältnissen hervorgehen, in vielen Fällen deutlich erklärt. Allein diese Theorie läßt sich nur auf eine Klasse von Erscheinungen an-

wenden, und hilft uns durchaus nichts zur Erklärung der Farben der flüssigen und der durchsichtigen festen Körper. In einzelnen Fällen wird die Farbe durch eine merkwürdige Eigenthümlichkeit der Körper hervorgebracht, welche darin besteht, daß sie gewisse Strahlen ersticken oder einsaugen, während sie den Durchgang anderer gestatten und nicht den geringsten hemmenden Einfluß auf sie üben. Mag nun aber die Farbe durch den Proceß der Reflexion oder der Refraktion hervorgebracht werden (da das Resultat einmal von der einen, das anderemal von der andern abhängt), so müssen wir doch die große Mannigfaltigkeit von Erscheinungen bewundern, welche durch beziehungsweise einfache Mittel zu Stande gebracht werden. Die immer wechselnden Tinten der Blätter und Blüthen, der Federn und Felle müssen zwar als Resultate einer über den Bereich menschlicher Entdeckungsfähigkeit hinausgehenden Zusammensetzung von Ursachen betrachtet werden; aber wir können uns doch Alles erklären, was wir sehen, wenn wir die Gesetze der Reflexion, der Refraktion und der Einsaugung kennen. Wasser und Luft in kleinen Quantitäten sind weiß, weil sie alle Strahlen gleichmäßig einsaugen, und doch einen großen Theil von jedem weiter schicken. Kohle ist schwarz, weil sie alle Strahlen, die auf sie einwirken, erstickt. Wäre die unendliche Mannigfaltigkeit der Färbung, die wir in der Natur bemerken, nicht vorhanden, so würden alle Formen, welche die Erde zieren, so schön gestaltet sie auch wären, ihren Reiz verlieren, und das Auge würde immerdar auf einer düstern, einförmigen Scene verweilen, die unfähig wäre, das geringste Interesse zu erwecken.

Farbe der Wolken.

In der Färbung der Luftscenerie finden wir eben so viel Schönheit, wie in der der Erde. Es ist kaum möglich, die Reihenfolge der Farben in den Wolken, erscheine sie nun in dem hellen glänzenden Schimmer des abendlichen Cirrus oder in den tiefen dunkeln Tinten des drohenden Cumulus, zu verfolgen. Aber all die verschiedenen Erscheinungen, die sie darbieten, werden durch Einsaugung, Brechung und Reflexion des Lichtes hervorgebracht.

Während das Licht durch die Atmosphäre geht, wird es zum Theil absorbirt und die übergetragene Quantität richtet sich einigermaßen nach der Dichtigkeit des Mediums, welches es durchläuft. Daraus folgt, daß, wenn die Lichtstrahlen auf eine dicke Wolke treffen, sie nur schwach übergetragen werden. Jedermann wird die Bemerkung gemacht haben, daß die Ränder der Wolken im Allgemeinen weit heller sind, als der Mittelpunkt, was sich daraus erklären läßt, daß der Dunstkörper an seinen Rändern dünner

wird, so daß die beziehungsweise Dichtigkeit einer Wolke oft nach ihrer Farbe bestimmt werden kann. Dieselbe Ursache der Absorption kann auf die Färbung der Wolken insofern einwirken, als dadurch ein Theil oder das Ganze eines oder mehrerer Strahlen eingesaugt wird. Der atmosphärische Dampf kann verschiedenartig beschaffen seyn, und seine Wirkungen auf das Licht werden sich je nach seinem Charakter und der Art und Weise seiner Zusammensetzung anders gestalten. So kann eine Wolke die blauen, eine andere die rothen Strahlen einsaugen, oder es können allmählig solche Theile von jedem Strahl absorbirt werden, daß dadurch eine schnelle und unmerkliche Reihenfolge glänzender Farben entsteht. Wir können nicht bestimmen, welche Veränderungen in der Zusammensetzung zur Hervorbringung all der verschiedenen Färbungen und Schattenmischungen, welche die Wolken auszeichnen, beitragen. Welche aber auch die Quelle der Veränderungen seyn mag, die mit dem Dampfe vor sich gehen, so kann doch ihre Einwirkung auf das Licht aus der Einsaugung erklärt werden.

Die Stellung der Wolken gegen die Sonne hat keinen geringen Einfluß auf jene raschen Veränderungen in Form und Farbe, die jene auszeichnen. Die Wolken, die bei Sonnenuntergang ganz in goldenen Farben prangen, mögen vorher als farblose und welke Massen durch die Luft geschwommen seyn; doch können wir eine am Himmelsgewölbe hinziehende Dunstmasse nicht betrachten, ohne die unendliche Mannigfaltigkeit ihrer Farben und Schattirungen wahrzunehmen, die oft nicht weniger lebhaft sind, als die Farben des Regenbogens.

Der Cirro-Stratus zeichnet sich häufig durch reiche glanzvolle Färbung aus. Sein Karmoisin, sein Purpur und Scharlach ist von der Art, daß die Kunst ihn nicht nachzuahmen vermag. Howard erzählt, er habe einmal den ganzen Himmel mit Federwölkchen bedeckt gesehen, die in den Cirro-Stratus übergingen, und mit mannigfaltigen, aber außerordentlich schönen Farben gezeichnet waren. So ist mir eine ähnliche Erscheinung derselben Wolkengattung unvergeßlich, welche ich an einem Sommerabend von einer Bergspitze aus bewundert habe. Die breite Wolkenmasse war gleichsam mit dem tiefsten Karmoisin gefärbt, während die in der Mittagslinie aufgethürmten Federwölkchen alle Stufen vom Dunkelblau bis zu einem hellen Roth durchliefen (wovon ich auf dem nebenstehenden Farbendrucke eine, freilich nur mangelhafte Idee zu geben versucht habe).

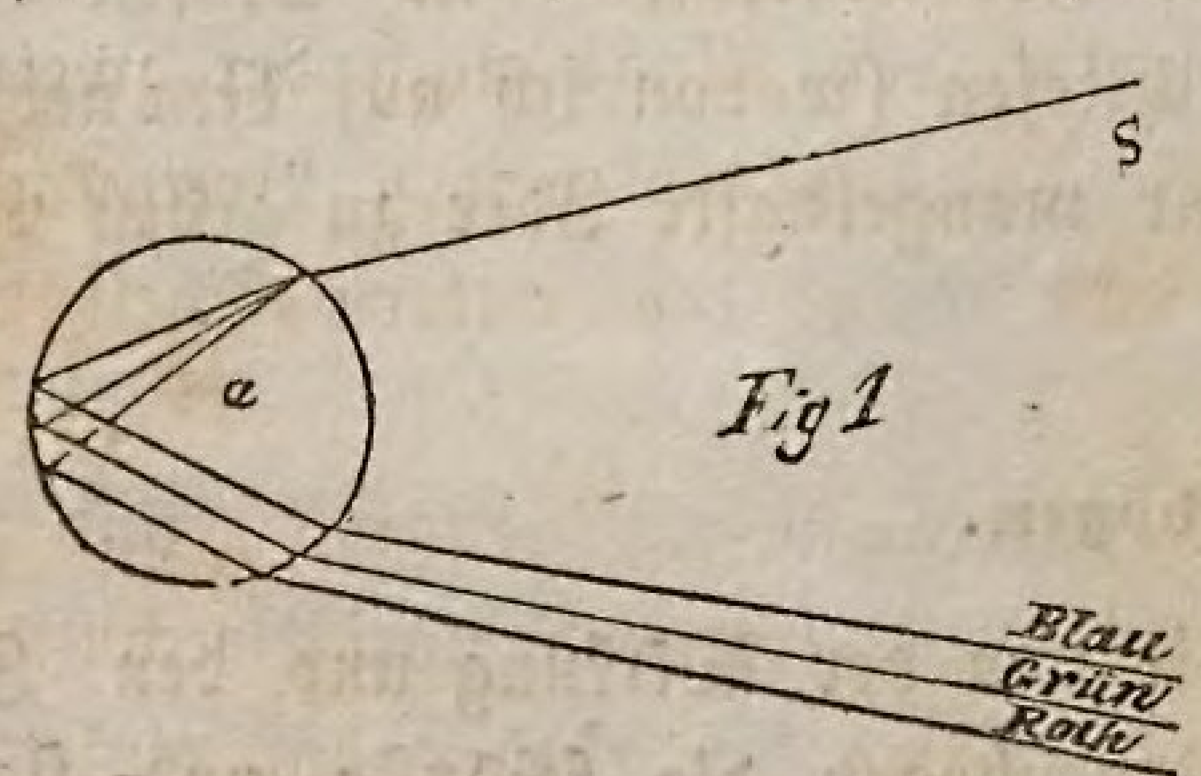
Der Regenbogen.

Unter allen Naturerscheinungen, die von der Wirkung und den Zuständen des Lichtes abhängen, ist der Regenbogen die schönste und stau-

nenswürdigste. Maurolycus, Baptista Porta und Antonio de Dominis stellten Beobachtungen über ihn an und suchten seinen Ursprung zu entdecken, aber Newton war der Erste, der das Phänomen vollständig und befriedigend erklärte.

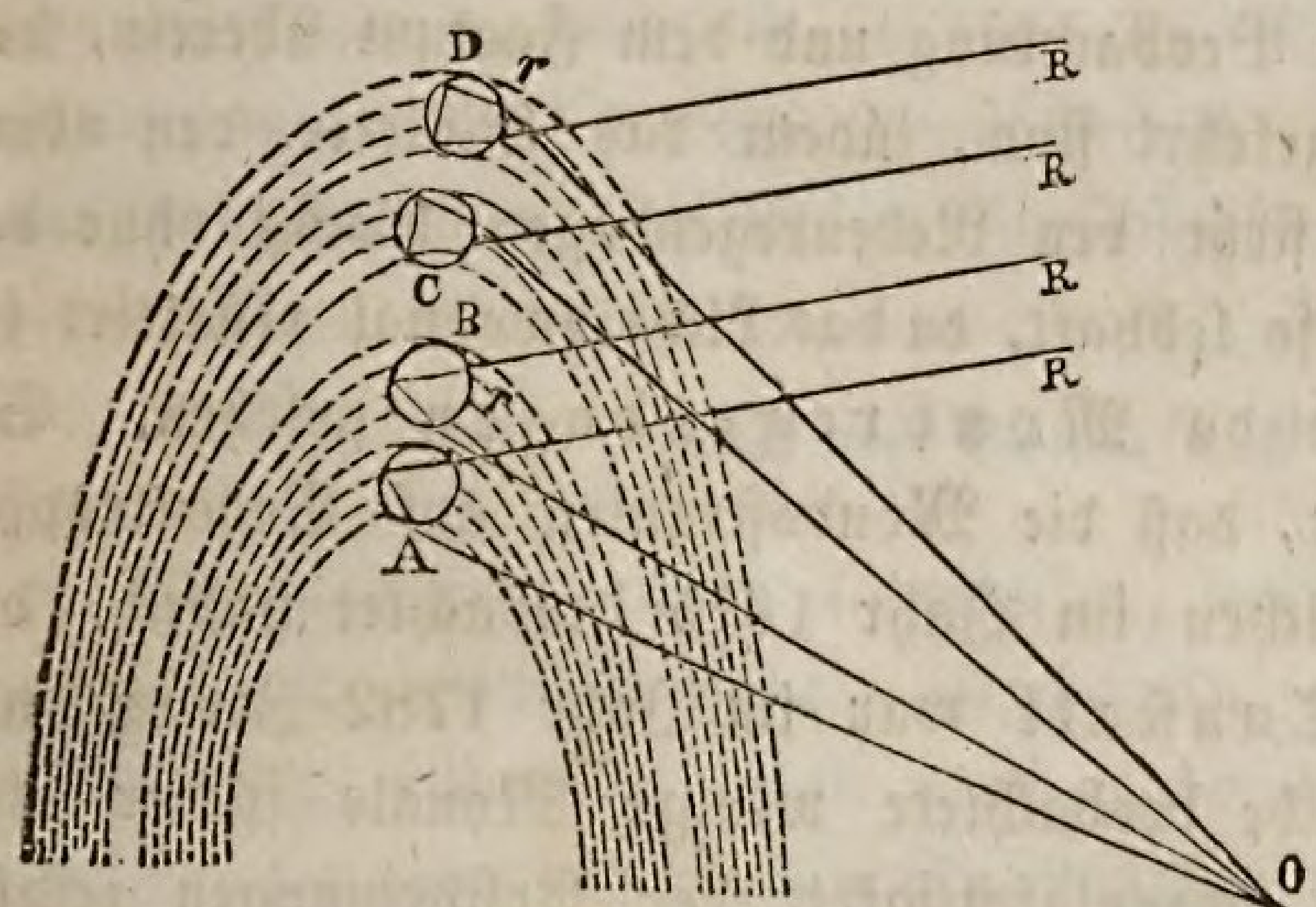
Wir haben so viel als möglich das Hereinziehen eines mathematischen Beweises in die Erklärungen vermieden, die wir über Naturerscheinungen gaben, eine Unterlassung, in Folge deren dieses Werk in einigen Punkten vielleicht einen Mangel an Genauigkeit zeigt. Wenn man uns diesen Fehler vorwerfen sollte, so müssen wir den Kritiker erinnern, daß dieses Werkchen den Zweck hat, eine gewisse Liebe zur Wissenschaft im Geiste Derer anzuregen oder zu nähren, welche seither aus angeborner Neigung oder aus Macht der Gewohnheit und des Beispiels mehr Zeit auf Bereicherung ihrer Einbildungskraft (durch Romanlektüre und dergl.), als auf die Erwerbung gediegener wissenschaftlicher Kenntnisse verwendet haben, — daß also dieses vorliegende Werkchen hauptsächlich für Solche bestimmt ist, welche wähnen, wissenschaftliche Beschäftigung des Geistes thue der poetischen oder ästhetischen Richtung des Geistes Eintrag. Die Bildung des Regenbogens insbesondere kann zudem nicht ohne eine Abbildung erklärt werden, welche den Leser an eine mathematische Demonstration erinnern muß.

Man sieht den Regenbogen immer an dem Theil des Himmels, der der Sonne entgegengesetzt ist. Es gibt jedoch zwei Bogen, wovon der innere der stärkere ist, da er durch Eine Reflexion gebildet wird, während dieß beim äußern durch zwei geschieht. Hie und da hat man auch überzählige Bogen gesehen. Der ursprüngliche oder innere Bogen, den man gewöhnlich allein sieht, besteht aus Farbenreihen in folgender Ordnung (wenn wir mit der innersten beginnen): violett, indigo, blau, grün, gelb, orange und roth. Dieß sind, wie wir bereits gesagt haben, die Farben, welche das weiße Licht bilden; und das Factum, daß sie in dem Regenbogen in denselben Verhältnissen vorkommen, wie in dem prismatischen Farbenbilde, mag uns auf die Ursache des Regenbogens hinleiten. Der Regenbogen ist in der That eine Reihe von Farbenbildern, welche durch Reflexion des Lichtes von den fallenden Regentropfen aus gebildet werden.



Die Bildung des Regenbogens beruht ursprünglich auf der Zersetzung des weißen Lichtes bei seinem Durchgang durch ein Wasserkügelchen, an dessen Rückseite jeder Strahl reflektirt und gebrochen wird, ehe er das Auge des Beobachters erreicht. a sey ein Wassertropfen

und S ein Lichtstrahl. Wenn dieser auf den Tropfen fällt, so wird er gebrochen und in die ursprünglichen Farben zersetzt. An der zweiten Oberfläche des Tropfens werden die verschiedenen Strahlen reflektirt, und dann wieder gebrochen, wenn sie in die Atmosphäre als in ein neues Medium treten. Dieselbe Wirkung wird hervorgebracht, wenn man ein Glaskügelchen zwischen das Auge und die Sonne hält. Man wird dann von der zweiten Oberfläche des Kügelchens ein Farbebild zurückgespiegelt sehen. Nehmen wir an, eine unendliche Anzahl dieser Kügelchen befinde sich zwischen der Sonne und dem Beobachter und habe jede mögliche Lage gegen das Auge, so würden sich ihre Farbebilder vereinigen und fortdauernde Lichtlinien oder einen Regenbogen bilden.



ABCD sollen Regentropfen seyn, und RA, RB, RC, RD Lichtstrahlen, die auf jene fallen. Das Licht kann den Tropfen auf jede mögliche Weise treffen, und die durch dasselbe hervorgebrachte Wirkung wird je nach dem Einfall der Strahlen wieder eine andere seyn. Wenn sie auf die Achse fallen, so werden sie ohne Brechung durchgelassen werden; fallen sie in die Nähe der Achse auf eine oder die andere Seite, so werden sie gegen einen Punkt hinter dem Tropfen hin, den man Focus nennt, gebrochen werden. Diejenigen, welche in die Nähe des oberen oder des unteren Theiles des Tropfen fallen, werden ebenfalls gebrochen werden, da sie aber sehr schief auf die zweite Oberfläche treffen, so werden sie, wie in der Figur gezeigt ist, je nach Umständen ein- oder zweimal reflektirt und erst nach der Brechung zu dem Auge des Beobachters gebracht werden.

Wenn ein Lichtstrahl auf die obere Fläche der Tropfen fällt und, wie in A und B, reflektirt wird, so kann er gebrochen werden und das Auge des Beobachters in O treffen; oder er kann eine zweite Reflexion haben und aufwärts geworfen werden. Fällt aber der Strahl auf die untere Seite, wie in C und D, so begegnet er gewöhnlich dem Auge nach der zweiten Reflexion. In Folge der beiden Reflexionen und der beiden Brechungen aber wird das Violette den obern und das Rothe den untern Theil des Farbebildes bilden.

Der untere Bogen AB wird der Hauptregenbogen genannt, und es unterliegt keinem Zweifel, daß er durch eine Reflexion und zwei Brechungen hervorgebracht wird; denn wenn wir die Neigung der rothen und violetten

Strahlen gegen die einfallenden Strahlen RA und RB berechnen, so finden wir, daß die Neigung der erstern 42 Grad 2 Minuten, die der letztern 40 Grad 17 Minuten beträgt, was 1 Grad und 45 Minuten für die Breite des Bogens gibt, ein Resultat, welches mit der Beobachtung übereinstimmt.

Ebenso gewiß ist, daß der Nebenregenbogen CD durch zwei Reflexionen und drei Strahlenbrechungen entsteht; denn wenn wir die Neigung der rothen und violetten Strahlen gegen die einfallenden Strahlen RC und RD berechnen, so finden wir, daß sie 50 Grad 58 Minuten für den rothen, und 54 Grad 10 Minuten für den violetten Strahl beträgt, woraus eine Breite von 3 Grad und 2 Minuten für den Bogen entsteht. Dieß Resultat stimmt mit der Beobachtung und dem Factum überein, daß die Strahlen des Bogens umgekehrt sind, indem das Violette den obern Theil desselben bildet. Man sieht den Nebenregenbogen häufig ohne den Hauptbogen, er ist jedoch nicht so lebhaft, da das Licht zweimal reflektirt ist.

Man hat auch hie und da Mondregenbogen gesehen. Sie werden dadurch hervorgebracht, daß die Mondsstrahlen auf Regentropfen fallen. Plot will einen solchen im Jahr 1675 beobachtet haben, der jedoch ohne Farbe gewesen. Tunstall war im Jahr 1782 Zeuge einer ähnlichen Erscheinung. Derselbe beobachtete wenige Monate später eine zweite, die eine merkwürdige Mannigfaltigkeit der Erscheinungen zeigte. Sie war gegen fünf Stunden lang sichtbar, und nahm in dieser Zeit mehrere eigenthümliche Formen und Farben an. Beim ersten Anblick war sie ohne Farbe, obschon der Bogen scharf gezeichnet war; aber nach einer kurzen Zeit begann sie die Erscheinung eines Sonnenregenbogens anzunehmen, und war etwa drei Stunden lang sehr glänzend. Bald darauf schwand der Bogen an seiner nordöstlichen Begrenzung, und die Stärke der Farben nahm ab, bis sie endlich ganz verschwanden.

Ein anonymer Schriftsteller, den wir jedoch citiren müssen, weil er eine der interessantesten und ausführlichsten Schilderungen, die wir kennen, gibt, berichtet eine weitere Erscheinung eines Mondregenbogens. „Sonntag den 17. August Abends," sagt er, „nachdem es zwei Tage lang unter Donner und Blitz geregnet hatte, sah ich gegen 9 Uhr, 23 Stunden nach Vollmond, aus meinem Fenster, und war erstaunt, eine Erscheinung am Himmel zu sehen, die einem Regenbogen ähnlich zu seyn schien. Da ich nie einen Regenbogen bei Nacht gesehen hatte, so erblickte ich darin ein höchst außerordentliches Phänomen und eilte nach einem Platze, wo mich keine Häuser im Beschauen des Himmels hinderten. Hier fand ich, daß das Phänomen nichts anderes als ein Mondregenbogen war. Der Mond wandelte in der That in vollstem Gange dahin; keine Wolke zeigte sich

in seiner Nähe und gegenüber von ihm stand ein Regenbogen in allen seinen Theilen vollkommen und nicht unterbrochen oder abgerissen, wie Regenbogen häufig sind. Seine Farbe war weiß, wolkig oder graulich; aber ein Theil seiner westlichen Seite schien Tinten von mattem Grün zu haben."

Häufig bilden sich im Schaum eines Wasserfalls oder in den von Seen und Meeren aufsteigenden Nebeln künstliche Regenbogen. Sir David Brewster erzählt, daß er im Jahr 1814 zu Bern einen Nebelbogen gesehen habe, an dem keine Farben sichtbar gewesen seyen.

Verschiedene Schriftsteller haben die Erscheinung von Nebenregenbogen, d. h. einer Reihe von gefärbten Lagen beschrieben, die gewöhnlich purpurn und grün waren, und sich entweder innerhalb oder in unmittelbarer Berührung mit dem Primärbogen befanden. Dr. Young erklärt dieß aus dem Grundsatz der Interferenz des Lichtes.

Höfe um Sonne und Mond.

Ehe wir dieses Kapitel verlassen, müssen wir uns noch zu einer weitern Klasse atmosphärischer Erscheinungen wenden. Sonne und Mond ändern sich weder in Form noch in Farbe, wenn die Atmosphäre von Dünsten und andern fremden Substanzen befreit ist. Tritt aber ein Dunstkörper zwischen die Lichtkörper und die Erde, so geht gewissermaßen eine Veränderung in jenen beiden Leuchtkörpern vor, und es bilden sich viele merkwürdige Erscheinungen je nach den Umständen, unter denen die Ursache wirkt. Wenn die Atmosphäre heiß und trocken ist, scheint die Sonne eine tiefe blutrothe Farbe zu haben; ist sie mit Dünsten geladen, so sind die hellen Strahlen abgeschnitten, welche das Auge des Beobachters blenden, und sie bietet eine fast farblose Scheibe dar. Das Hinziehen einer leichten Wolke über einen Lichtkörper genügt, um seinen Anblick zu verändern, und ruft häufig die Bildung gefärbter Ringe um denselben hervor. Die merkwürdigste Wirkung wird aber erzeugt, wenn die Atmosphäre kleine Eistheilchen enthält, welche durch zahlreiche Brechungen und Reflexionen die Lichtstrahlen so zu drehen und zu verdrehen vermögen, daß sie die verwickeltsten Erscheinungen dadurch hervorbringen. Diese verschiedenen Wirkungen sind sämmtlich, aus welcher Ursache sie auch entstehen mögen, unter dem allgemeinen Ausdruck Höfe bekannt. Einige haben es jedoch für nöthig erachtet, einen Unterschied zwischen den Erscheinungen zu machen, die vom Sonnenlichte, und den andern, die vom Mondlichte herrühren, und haben die erstern Parhelia, Sonnenhöfe, die letztern Paraselenä, Mondhöfe, genannt.

Kronen.

Diejenigen Höfe, welche sich durch das Dazwischentreten kleiner Wölkchen um die Sonne bilden, werden **Kronen** genannt, und verdanken ihren Ursprung wahrscheinlich dem Durchgang des Lichtes durch sehr kleine Wassertropfen, was dieselben Resultate herbeiführt, als wenn es durch dicke Platten geht. Sonnenkronen sieht man am besten in ihrem Widerschein von der Oberfläche des Wassers; denn die Stärke der Strahlen verhindert den Beobachter, sie auf eine andere Weise zu sehen. Sir Isaak Newton stellte seine Beobachtungen gewöhnlich auf diese Weise an. Einmal sah er die Sonne von drei verschiedenen Ringen umgeben. Durch Anwendung dieser Methode entdeckte er ihre Farben und maß ihre Durchmesser. Die Resultate, die er erhielt, waren folgende:

Erster Ring: blau, weiß, roth. — Durchmesser 5 Grad 6 Minuten.

Zweiter Ring: purpur, blau, grün, blaßgelb, roth. — Durchmesser 9 Grad $^{10}/_{3}$ Minuten.

Dritter Ring: blaßblau, blaßroth. — Durchmesser 12 Grad.

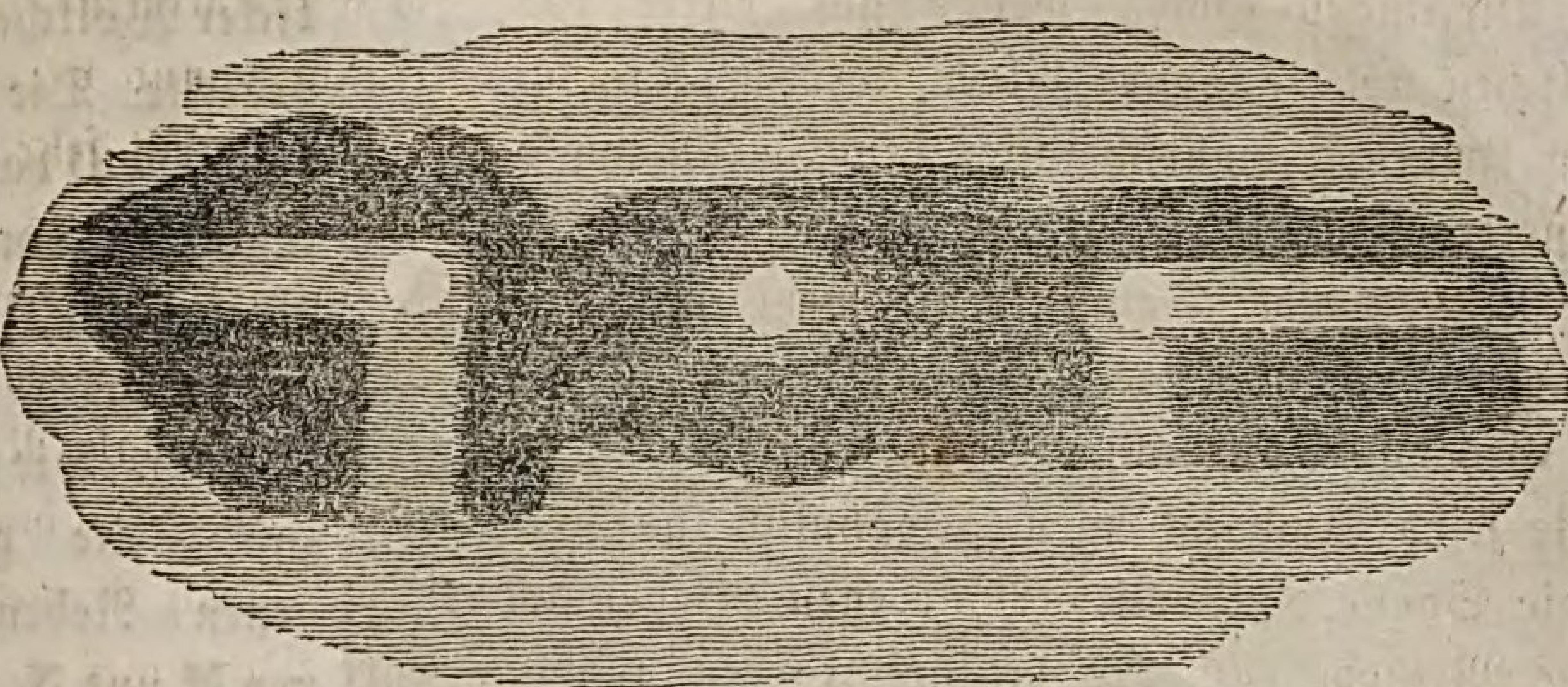
Die Höfe um den Mond sind zuweilen sehr schön; sie erscheinen gewöhnlich als weiße, leuchtende Kreisringe. Zu andern Zeiten haben sie eine rothe oder röthlich-grüne Farbe. Wir haben mehr als einmal bemerkt, daß die Krone auf einem Spaziergang von wenigen Meilen erschien und wieder verschwand, je nachdem wir uns in oder über den Nebeln befanden, welche aus den Niederungen aufsteigen. Dieses merkwürdige Factum könnte uns darauf leiten, eine Theorie über die Bildung dieses interessanten Phänomens aufzustellen. Es ist jedoch zu bezweifeln, ob es immer durch dieselbe Ursache erzeugt wird. Mariotte nimmt an, die Kronen werden durch die Brechung des Lichtes an kleinen prismatischen Eiskrystallen gebildet, welche in allen möglichen Richtungen durch die Luft herabkämen. Diese Erklärung mag für einige dieser Erscheinungen gelten; so lange wir aber die Durchmesser der Kronen nicht bestimmen können, werden wir auch kein Mittel haben, die Genauigkeit derselben zu prüfen.

Parhelia oder Nebensonnen.

Nebensonnen sind Spiegelbilder der Sonne, welche dieselbe scheinbare Höhe haben, wie die Sonne selbst.

Capitän Parry erzählt, er habe in den Polargegenden zwei Parhelia oder Nebensonnen beobachtet, von denen die eine, da sie auf eine dichte Wolke geworfen wurde, sehr hell und prismatisch, die andere, welche den blauen Himmel zum Hintergrund hatte, kaum bemerkbar gewesen sey. An

jede dieser Nebensonnen stießen hellgelbe Lichtbänder, wie wir in der nachstehenden Figur sehen.

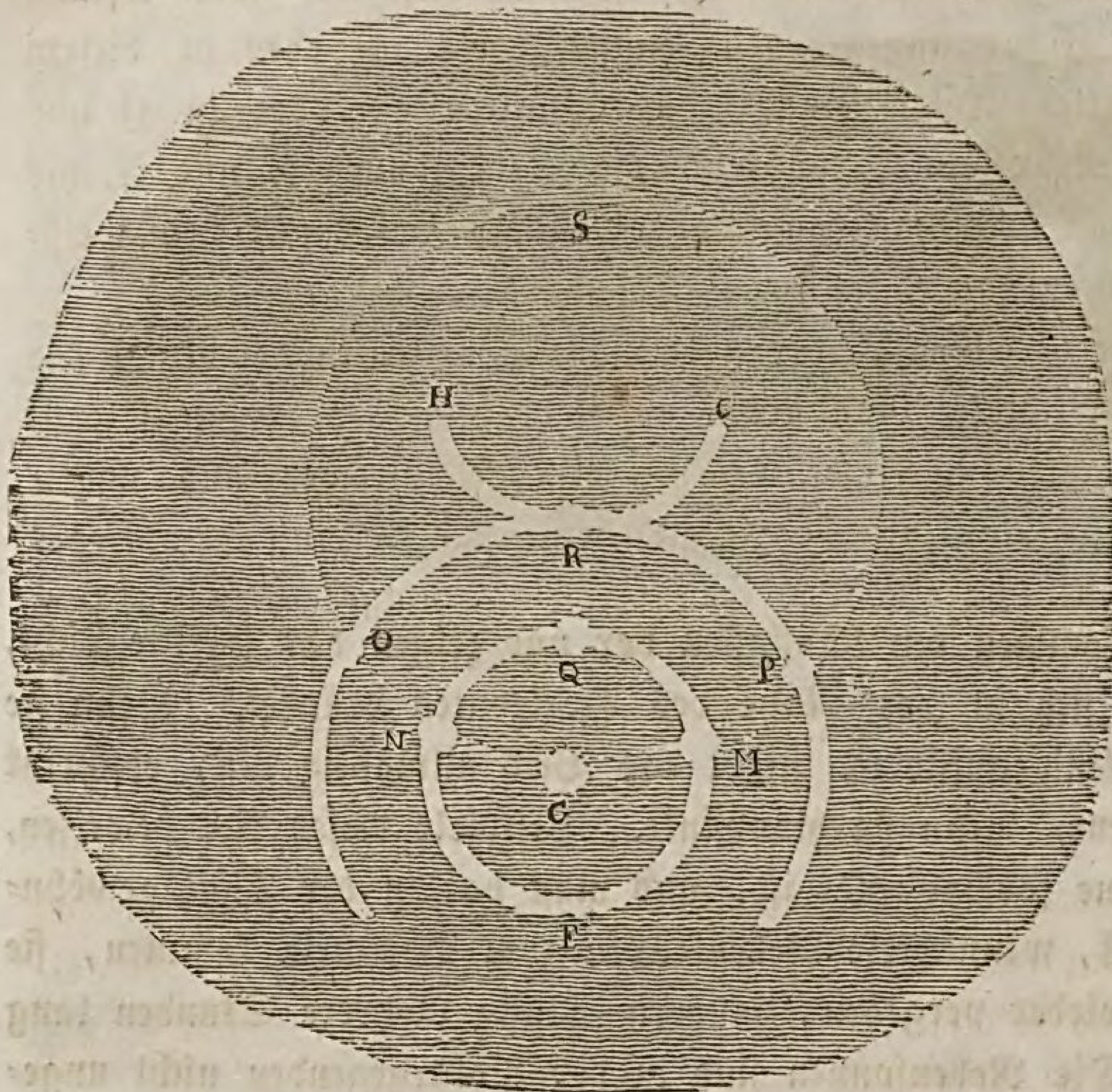


Nebensonnen kommen am häufigsten vor und zeigen das stärkste Licht, wann die Sonne sich in der Nähe des Horizontes befindet. Wenn sie gegen die Mittagslinie aufsteigt, stirbt das Bild allmählig hin, erscheint jedoch oft aufs Neue, wenn sie hinabsinkt. Beispiele dieser Art beweisen, daß die Ursache eine fortdauernde ist, und man hat in der That gewöhnlich gefunden, daß, wenn diese Nebensonnen zum Vorschein kommen, sie nicht sehr schnell wieder vergehen, sondern häufig mehrere Stunden lang sichtbar bleiben. Die Nebensonnen sind in den Polargegenden nicht ungewöhnlich. Auf welche Weise aber diese Abbilder des großen Lichtkörpers auf den Dünsten abgezeichnet werden, welche die Sonne vielleicht selbst in die Höhe getrieben hat, darüber sind die Philosophen keineswegs im Reinen. Es ist jedoch fast gewiß, daß die Höfe, auf welchen sie sich bilden, durch Strahlenbrechung entweder an flüssigen oder an eisigen Theilchen hervorgebracht werden.

Ein merkwürdiges Beispiel dieser Nebensonnen wurde im Jahr 1630 von Scheiner beobachtet. Obwohl es von Brewster und anderen Schriftstellern über Optik citirt wurde, so dürfte es doch am Platze seyn, dasselbe hier noch einmal anzuführen. (Vergl. die Fig. auf Seite 168.)

„Der Durchmesser des innern Kreises MQNF zunächst der Sonne betrug etwa 45 Grad; der des Kreises ORP etwa 92 Grad 20 Minuten. Sie waren wie der Hauptregenbogen gefärbt, das Rothe jedoch zunächst der Sonne und die andern Farben in der gewöhnlichen Ordnung. Die Breite sämmtlicher Bogen war unter einander gleich, und etwa um ein Dritttheil kleiner, als der Durchmesser der Sonne. Doch muß bemerkt werden, daß der parallel mit dem Horizonte laufende, weißliche Kreis OGP etwas breiter als die übrigen war. Die zwei Nebensonnen MN waren ziemlich deutlich; nicht so sehr die zwei andern in O und P. M und N zeigten eine purpurne Röthe zunächst der Sonne, und waren am entgegengesetzten Ende weiß.

O und P waren ganz weiß. Sie hatten alle eine verschiedene Dauer; P, die nur selten und schwach schien, verschwand zuerst, indem eine Menge



dicker Wölkchen sie bedeckte. Die Nebensonne O dauerte eine ziemliche Weile an, doch war auch sie schwach. Die zwei zur Seite gelegenen Nebensonnen M und N waren drei volle Stunden sichtbar; M erbleichte nun allmählig und verschwand nach mehrmaligem kurzen Aufleuchten; aber N dauerte noch wenigstens eine Stunde nachher fort. Obwohl ich das Ende derselben nicht mehr sah, so bin ich doch überzeugt, daß sie die einzige war, welche die wahre Sonne eine lange Zeit begleitete, indem sie den Wolken und Dämpfen entging, welche die übrigen vertilgten. Doch verschwand sie zuletzt nach dem Fall einiger Regenschauer. Ich beobachtete diese Erscheinung wenigstens $4\frac{1}{2}$ Stunden lang; und da sie bereits ganz vollständig war, als ich sie zum ersten Mal sah, so bin ich überzeugt, ihre ganze Dauer betrug über 5 Stunden.

„Die Nebensonnen QR lagen in einer Vertikal-Fläche, welche das Auge in F und die Sonne in G durchschnitt, und in welcher Scheitellinie die Bogen HRC und OPR einander durchschnitten oder berührten. Diese Nebensonnen waren oft heller, oft matter, als die übrigen, aber hinsichtlich ihrer Gestalt und weißen Farbe nicht so vollkommen wie jene. Sie veränderten ihre Größe und Farbe je nach der verschiedenen Temperatur des Sonnenlichtes in G und der Materie, die es in Q und R empfing. Daher waren ihr Licht und ihre Farbe beinahe immer in einem schwankenden Zustande und gleichsam in beständigem Conflict. Ich bemerkte noch besonders, daß diese mit Ausnahme von N die ersten und letzten Nebensonnen waren.

„Die Bogen, welche den kleinen Hof MN zunächst der Sonne bildeten, schienen einen einzigen Kreis zu bilden, welcher jedoch undeutlich und

von ungleicher Breite war. Auch war er sich nicht immer gleich, sondern in einem beständigen Schwanken. In der Wirklichkeit aber bestand er aus den in der Figur angegebenen Bogen, wie ich eben zu diesem Zweck genau bemerkte. Diese Bogen durchschnitten einander in Q und bildeten dort eine Nebensonne, während die Nebensonnen M und N aus den gemeinschaftlichen Durchschnittspunkten des innern Hofes und dem weißlichen Kreise OMNP entstanden waren."

Phänomene von derselben Natur sieht man bisweilen in der Nacht als Wirkungen des Mondlichtes. Man nennt sie Nebenmonde oder Paraselenä.

Die schönste Erscheinung dieser Art, die einen Beschreiber fand, wurde von Hevelius im Jahr 1660 zu Danzig gesehen. Zu Anfang der Beobachtung war der Mond von einem weißen Kreisringe umgeben, in welchem sich zwei gefärbte Nebenmonde einander gegenüber befanden. Nachher bildete sich ein zweiter Lichtkreis, dessen Umfang unten den Horizont berührte, während an den höchsten Punkten der Kreise verkehrte farbige Bogen erschienen. Capitän Parry hat auf seinen Polarreisen mehrere Male dieses Phänomen beobachtet. Einmal sah er den Mond von einem Hof umgeben, an welchem sich drei leuchtende Nebenmonde gebildet hatten, und in der folgenden Nacht bemerkte er dieselbe Erscheinung mit der Zugabe von weißen Lichtstreifen, wodurch dieselbe einem Kreuze ähnlich wurde.

Die Phänomene, die aus den verschiedenen Einwirkungen des Lichtes entspringen, sind außerordentlich complicirt, und ihre Erklärung ist häufig mit Schwierigkeiten verknüpft. Unsere Unbekanntschaft mit dem Agens selbst, und die Unmöglichkeit, den Einfluß derjenigen Kräfte zu verfolgen, die darauf einwirken, verhindern uns häufig, seine Mitwirkung bei Natur-Erscheinungen genau zu bestimmen. Kein Zweig im Gebiete der Physik wird von denen, die sich nicht gerade der wissenschaftlichen Forschung gewidmet haben, so wenig studirt, als die Ursache und die Wirkungen des Princips, das wir Licht nennen. Da sich noch nach allen Seiten hin nur Ungewißheiten zeigen, so haben wir vielleicht einigen Grund, zu fürchten, daß die in diesem Kapitel gegebenen Erklärungen die Leser im Allgemeinen nicht befriedigen dürften. Sollte dieß aber der Fall seyn, so dürfte es ihn nur zu einer weitern Erforschung des Gegenstandes anreizen, nicht aber die Sehnsucht nach einer genaueren Bekanntschaft mit diesem interessanten, wiewohl kitzlichen Zweig der Naturlehre unterdrücken.

* * *

Die Morgen- und Abendröthe, ebenfalls eine bekannte atmosphärische Erscheinung, entsteht durch die Brechung oder vielleicht auch durch die Beugung der Lichtstrahlen in den Dünsten der Atmosphäre, wobei nur die stärkeren rothen Strahlen durch die trübere Luft dringen.

Sechstes Kapitel.

Phänomene, welche von der Vertheilung der Electricität abhängen.

Natur der Electricität. — Ihre Entwicklung. — Wirkungen. — Identität der Electricität mit der Kraft, welche den Blitz hervorbringt. Franklin's Experimente. — Crosse's Experimente. — Weekes' Experimente. — Beschaffenheit einer Gewitterwolke. — Wirkungen des Blitzes. — Erzeugung des Blitzes. — Gewitterwolken. — Blitzableiter. — Electrische Beschaffenheit der Atmosphäre. — Nordlicht. — St. Elm's-Feuer.

Nur unsere gänzliche Unbekanntschaft mit jener Kraft, die wir Electricität nennen, kann die ungewisse und unbefriedigende Art und Weise entschuldigen, in welcher wir von all den Naturerscheinungen zu sprechen genöthigt sind, die von ihrer Ansammlung und Bewegung abhängen. Manche Naturforscher schreiben die electrischen Phänomene einem außerordentlich feinen Fluidum zu; Andere dagegen nehmen zwei solche Fluida an; — Einige halten die Electricität für eine Eigenschaft der Materie, Andere identificiren sie mit der Schwerkraft. Welche Meinung man aber auch über das Agens selbst haben kann, so herrscht doch über die Mittel, durch die es erweckt wird, über die Bedingungen, denen es gehorcht, und die Wirkung, die es hervorbringt, kein Zweifel mehr.

Wenn wir annehmen, daß die Electricität sich im gebundenen Zustande in aller Materie vorfinde, so kann dieser Zustand auf verschiedene Weise gestört werden, und zwar durch Reibung, durch chemische Thätigkeit, durch die Berührung und Trennung magnetischer Pole, durch die ungleiche Circulation der Wärme in den Metallen und endlich durch die Muskelthätigkeit gewisser Fische. Die aus diesen verschiedenen Quellen abgeleiteten Electricitäten haben verschiedene Namen erhalten, unterscheiden

sich jedoch eher durch comparative als durch absolute Eigenschaften von einander, indem alle dieselben Wirkungen hervorbringen, obschon nicht in gleichem Grade. Zu einer genauen Erklärung der Phänomene, die wir jetzt anführen müssen, dürften einige allgemeine Vorbemerkungen nothwendig seyn.

Wenn Electricität auf der Oberfläche einer Substanz erregt wird, wie dieß immer der Fall ist, wenn zwei Körper, welches auch ihre Natur seyn mag, an einander gerieben werden, so kann sie unter gewissen Umständen von einem Ort zum andern übergetragen oder auch an einem Punkte angesammelt werden. Nicht alle Körper sind aber fähig, die Electricität fortzuleiten, denn während einige sich ihrer Fortpflanzung absolut widersetzen, gibt es wieder andere, die sie leicht durchlassen. Glas, Harz und atmosphärische Luft sind nicht-leitende Substanzen, während die Metalle, Wasser und Wasserdampf sie mit so großer Leichtigkeit fortpflanzen. Es möchte daher zu erwarten seyn, daß, während die eine Klasse Electricität von der kleinstmöglichen Intensität weiter leitet, die andere dieß nur thun kann, wenn die widerstrebende Kraft derselben durch die Uebermacht des electrischen Agens überwältigt wird.

Nach einigen Gelehrten gibt es zwei Gattungen Electricität, während andere nur die Existenz einer einzigen anerkennen, obgleich sie gestehen, daß die Zustände dieser sich ändern können. Wir wollen hier weder die eine noch die andere dieser Behauptungen zu beweisen oder zu entkräften versuchen, sondern nur anführen, daß je nach der Art und Weise und den Umständen, unter denen das Agens hervorgebracht wird, eine sichtbare Verschiedenheit des Charakters Beider obwaltet. Eine Substanz, die mit der von geriebenem Glas abgeleiteten Electricität geladen ist, wird eine andere anziehen, welche mit Harzelectricität geladen ist. Sind aber beide Körper entweder mit Glaselectricität oder mit Harzelectricität geladen, so werden sie einander abstoßen. Wenn wir nun annehmen, daß in dem einen Fall das Agens sich in einer positiven, im andern in einer negativen Beschaffenheit vorfinde, so kann das Factum im Allgemeinen so dargestellt werden, daß Körper von dem nämlichen electrischen Zustand einander abstoßen und von entgegengesetzten Zuständen einander anziehen.

Die Wirkungen, die durch den Durchgang einer angesammelten Electricität durch die Körper auf sie hervorgebracht werden, sind verschiedenartig und wichtig. Wenn die Electricität durch Stahl entladen wird, so erzeugt sie häufig zugleich die Eigenschaft des Magnetismus; wird sie durch Magnete entladen, so zerstört oder stört sie oft den Magnetismus derselben. Die Temperatur der Metalle steigt, wenn sie als Leiter dienen; und steht die Größe der metallischen Substanz im Verhältniß zu der Intensität

der electrischen Kraft, so wird sogar ihre Schmelzung bewerkstelligt. Licht wird erzeugt, wenn die Electricität durch elastische Fluiden oder Flüssigkeiten geht, welche eine geringere leitende Kraft haben. Auch chemische Wirkungen, wie z. B. die Verbindung und Auflösung von Körpern, können unter gewissen Umständen aus der Leitung der Electricität entstehen. Wenn der animalische Körper zum Medium des Uebergangs gemacht wird, so wird eine Muskelthätigkeit von mehr oder weniger heftigem Charakter hervorgerufen, und man kann sogar in einzelnen Beispielen das Leben in jenem Körper zerstören; so kann man z. B. Mäuse und kleine Vögel durch electrische Schläge tödten. Durch solche Wirkungen bestimmt sich das Vorhandenseyn angehäufter Electricität, und wenn Umfang und Stärke derselben nicht genügend sind, um jene hervorzubringen, so werden doch die Erscheinungen der Anziehung und Abstoßung gewiß immer ein Zeugniß von der Anwesenheit derselben geben.

Identität der Electricität mit der Kraft, welche den Blitz erzeugt.

Die Identität der Kräfte wird durch die Identität ihrer Wirkungen bestimmt. Franklin scheint diesen Grundsatz erkannt zu haben; denn da er bemerkt hatte, daß viele von den durch den Blitz hervorgebrachten Wirkungen in geringerem Grade auch von der künstlich durch die Maschine angehäuften Electricität erzeugt wurden, gerieth er auf die Vermuthung, die Kräfte dürften nur in Beziehung auf ihre Intensität von einander verschieden seyn. Unter ihren vielen Aehnlichkeiten hob er besonders diejenige hervor, daß ihre Bewegung von einem unregelmäßigen Leiter zu einem andern nie in einer geraden Linie geschieht; daß sie immer die höchsten Punkte treffen und diejenigen vorziehen, welche zugespitzt und gute Leiter sind, daß sie brennbare Substanzen entzünden, Metalle schmelzen, die magnetische Polarität afficiren und das animalische Leben zerstören. Diese Aehnlichkeit in der Wirkung mochte von Vielen als ein hinlänglicher Beweis von der Identität der Electricität mit der Kraft, welche den Blitz hervorbringt, betrachtet worden seyn; allein Franklin wollte sich nur mit einem vollständigen Beweise zufrieden geben, und beschloß, seine Vermuthungen durch einen Versuch zu bewahrheiten, sobald die Kirchthurmspitze von Philadelphia, die eben gebaut wurde, beendigt seyn würde. Es war jedoch nicht so leicht, geduldig zu warten, bis eine so wichtige Frage entschieden würde. Er verschaffte sich daher andere Forschungsmittel, die so einfach waren, daß nur ein wahrhaft philosophischer Geist auf sie kommen und sie anwenden konnte. Das Instrument, dessen sich Franklin bediente, um die Natur des Blitzes zu erforschen, war ein gewöhnlicher Drache. Er legte nämlich zwei Stäbe kreuzweis übereinander, bezog sie mit einem

seidenen Taschentuch und spielte so die Rolle des fabelhaften Prometheus. Bei der ersten Annäherung einer Gewitterwolke machte er seine Vorbereitungen zu diesem Versuch. Allein sein Apparat und seine Hoffnungen waren scheinbar so kindisch, daß er mit jener Bescheidenheit, die häufig das Attribut eines großen Geistes ist, seine Absichten nur seinem Sohne mittheilte, der ihm auch bei dem Experimente half. Er ließ den Drachen steigen und verspürte eine Zeitlang keine Wirkung. Endlich aber sah er ein Aufborsten und scheinbare Repulsion zwischen den lockern Fäden der hänfenen Schnur und endlich, nachdem dieselbe von einem Regenschauer durchnäßt war, erhielt er Funken und andere Erscheinungen, welche die Anwesenheit der Electricität bewiesen. Auf diese Weise entdeckte Franklin die Identität der künstlichen Electricität der Maschine mit der Electricität desjenigen Agens, welches die Erscheinung des Blitzes hervorbringt, und durch spätere Experimente gelang es ihm, durch das letztere all die Wirkungen hervorzubringen, von denen man damals wußte, daß sie den Proceß der gewöhnlichen Electricität begleiteten.

Obgleich aber die Ehre dieser Entdeckung allgemein Franklin zugeschrieben wird, so müssen wir doch hier bemerken, daß auch die Herren Dalibard und Deler, nachdem sie sich mit der Franklinschen Hypothese bekannt gemacht hatten, ungefähr zu derselben Zeit einige Experimente anstellten und zu denselben Resultaten gelangten, wie Franklin selbst.

Neuere Gelehrte haben sich während der letzten Jahre viel mit dem Studium der electrischen Erscheinungen in der Atmosphäre abgegeben. Crosse, der jetzt durch seine enthusiastischen Bemühungen um den Fortschritt der Lehre von der Electricität und durch seine interessanten Entdeckungen allgemein bekannt ist, war wahrscheinlich der Erste, der ausgedehntere Experimente über die Electricität der Atmosphäre anstellte. „Franklin's Drache," sagt Crosse in einem Brief an einen Freund, „war sehr geeignet, die Identität der natürlichen und künstlichen Electricität zu beweisen; aber ein Apparat, der darauf berechnet ist, nicht nur die größeren zufälligen Ansammlungen dieses Fluidums fühlbar zu machen, sondern zu allen Zeiten, bei Tag und bei Nacht, die fast unendliche Mannigfaltigkeit von Veränderungen, sowohl in Beziehung auf Qualität, als Quantität, darzustellen, welche die Atmosphäre mit sich bringt, ein solcher Apparat erfordert alle Umsicht und Geschicklichkeit, deren ein Mensch fähig wäre. Denn derselbe müßte einerseits die zerstörenden Wirkungen, die aus einer falschen Richtung eines Blitzstrahles entspringen könnten, abwenden, und andererseits eine vollkommene Isolirung des forschenden Drahtes behalten, und dieß besonders während eines Schlagregens

und Nebels, sowie bei einem starken Schneefall. Ein solcher Draht muß ferner eine große Stärke haben, theils um seine Spannung auszuhalten, theils um den Stößen großer Vögel zu widerstehen, die in der Dunkelheit unwillkührlich darauf losfliegen, sowie um die zahlreichen Schwalben zu tragen, die den Tag über ihr Wesen darauf treiben. Man muß ferner in Betracht ziehen, wie der Draht auf die leichteste Art und Weise aufgerichtet und heruntergelassen werden, wie ein zufälliger Bruch ausgebessert und die Isolatoren von Spinngeweben und andern Insekten gereinigt werden können, welche die Isolirung durch Ausfüllung der isolirten Räume störten."

Der forschende Draht, von dem Crosse spricht und den er hernach auch aufrichtete, war von Kupfer, $\frac{1}{16}$ Zoll dick und von 50 bis 110 Fuß hohen Masten getragen. Der Draht wurde so über eine gewisse Strecke Landes hingeführt, um die Electricität der Atmosphäre anzusammeln; allein in einer Nacht wurden beinahe alle Masten durch einen heftigen Sturm umgestürzt. Nach diesem Unfall machte Crosse seine Masten etwa 50 Fuß hoch und befestigte sie mit eisernen Ringen an starke Bäume. Die Ringe an jedem Baum waren etwa 10 Fuß weit auseinander; durch sie ging der Mast, der auf einer steinernen Grundlage ruhte. Die Länge des Drahts wurde zugleich auf 1800 Fuß verkürzt, die man glücklicherweise ohne einen einzigen Bruch in steter Streckung und zugleich so isolirt erhalten konnte, daß sie zu jeder Zeit, bei Tag und bei Nacht, die Electricität der Atmosphäre zeigten. Durch eine einfache Vorrichtung wurde die von den forschenden Drähten gesammelte Electricität in ein Zimmer geleitet, wo er seine Experimente machte, und ließ sich von dort entweder ruhig in die Erde führen oder in den Erscheinungen darstellen, welche gewöhnlich die Bewegung jenes Fluidums begleiten, wenn es von seiner unmittelbaren und natürlichen Verbindung mit der Materie befreit wird. So schrecklich die Wirkungen der Kraft bisweilen erscheinen, so ist doch alle Gefahr durch die Anwendung der Mittel beseitigt, deren sich Crosse bediente.

„Man kann," sagt er, „ruhig dasitzen und dem heranlaufenden Sturme entgegenlächeln und ihn lächelnd analysiren. Fast jedes Experiment, welches am Haupt-Conductor einer Electrisirmaschine bewerkstelligt wurde — die Schmelzung von Drähten, die Ladung von Batterien, die Lösung von Fluiden u. s. w. — habe ich durch atmosphärische Conductoren hervorgebracht. Bisweilen wurde ich jedoch durch einen explodirenden Strom in die Flucht gejagt, der stark genug war, um die größte Batterie durch bloße Berührung zu laden, stundenlang fortdauerte und beständig von der positiven Electricität in die negative überging und um-

gekehrt. Das Getöse und das Rasseln der Fenster, welches ihn begleitete, war über alle Beschreibung großartig. Meine Kaminröhren wurden ausgedörrt und der Mörtel schmolz theilweise herab, doch geschah bis jetzt noch kein Unfall."

In neuester Zeit wurden ähnliche Experimente von Weekes in Sandwich angestellt. Dieser spannte einen etwa 365 Yards langen Forschungsdraht über die Stadt, in der er wohnte. Dieser Draht war an beiden Enden isolirt, und ging von den Kugeln der Wetterfahnenspindeln auf den beiden Hauptkirchen aus, 136 Fuß über einer Grundlinie, die man zwischen den zwei Gebäuden annahm. Eine Zwischenstation wurde durch ein hohes Kamin vermittelt, in dessen Nähe sich der herabsteigende Draht befand, welcher die Electrität in das für die Experimente eingerichtete Zimmer leitete.

Am 16. September 1840 fand Weekes Gelegenheit, die Wirkungen der atmosphärischen Electricität einer Gewitterwolke zu beobachten. „Wenige Minuten vor Mittag," sagt er, „schritt eine ungeheure, dichte und schwerausſehende schwarze Wolke, deren Saum bedeutend herabhing, unmittelbar über die Drahtlinie und begann ihren Wasserinhalt mit großer Heftigkeit loszulassen. Dieß war nicht so bald geschehen, als ein unaufhörlicher Strom von Funken erster Größe von dem großen Kugelende der atmosphärischen Maschine mit großer Heftigkeit nach der innern empfangenden Kugel fuhr, und von scharfkrachenden Explosionen begleitet war, deren jede dem Knall einer mittelgroßen Pistole ähnlich war, und deren Gesammtwirkung dem bekannten Rottenfeuer gleich kam, das durch die rasch aufeinander folgende Entladung einer großen Anzahl von Kleingewehren hervorgebracht wird. Mit kurzen, wenige Minuten andauernden Unterbrechungen begannen, da Wolken von ähnlichem Charakter fortwährend über die Drahtlinie gingen, diese herrlichen Erscheinungen von Neuem in größerem oder geringerem Glanze bis gegen 3 Uhr Nachmittags. Zu einer gewissen Zeit während dieser großen Entladung bemerkte man drei bestimmte Blitzstrahlen in rascher Aufeinanderfolge, und beinahe gleichzeitig mit der Erscheinung jedes Strahls fuhren Ströme von glänzendem Feuer, das eine außerordentliche Lichtstärke hatte, durch den Apparat und gaben dabei einen lauten zischenden Ton von sich, der ganz so auf die Nerven des Zuhörers wirkte, wie eine bedeutende Masse rothglühendes Eisen, das man plötzlich ins Wasser wirft. Einmal mußte jedoch die Wolke, aus der die electrische Entladung kam, der Linie unserer Operationen nicht sehr nahe gewesen seyn, indem man zwischen jedem Blitz und dem darauf folgenden Donner genau 5 bis 6 Sekunden zählen konnte."

Es gelang Weekes, vermittelst der atmosphärischen Electricität auf

dieselbe Weise, wie dieß bei Crosse's Versuchen der Fall war, viele von den Experimenten hervorzubringen, welche man gewöhnlich mit der Electrisirmaschine anstellt. Unter andern mechanischen Wirkungen führt er an, daß das Fluidum augenblicklich durch dicke Papierlagen und Kartenhäufchen durchgeschlagen, sowie dünne Glasplatten durchdrungen und dicke in Stücke gebrochen habe. Auch chemische Wirkungen von sehr merkwürdiger Natur sollen, wie er uns versichert, dadurch erzielt worden seyn. Diese sind zwar noch nicht bekannt gemacht worden; doch hört man, daß das Wasser dadurch mit großer Schnelligkeit zersetzt worden sey. Das letztere Experiment wurde von Barry vermittelst der Electricität versucht, die er in einem Drachen sammelte. Man war jedoch immer der Ansicht, daß sein Apparat diesem Zwecke nicht entsprochen, und daß bei seinen Beobachtungen einiger Irrthum vorgewaltet habe. Der Versuch einer Zersetzung des Wassers durch die Maschine mißlang beinahe allen Physikern. Dr. Faraday war der Letzte, der das Experiment versuchte, und er sagt, daß er, nachdem die Maschine eine halbe Stunde gearbeitet hatte, an jedem Pol kaum ein Gasbläschen von der Größe eines Sandkorns habe erhalten können. Die Erreichung dieser Wirkung durch atmosphärische Electricität muß daher auf der gegenwärtigen Stufe der Wissenschaft ein Ereigniß von der höchsten Wichtigkeit seyn.

Die von Crosse und Weekes angestellten electrischen Versuche haben sie zu einer Ansicht über die Bildung der Gewitterwolken geführt, die von derjenigen sehr verschieden ist, welche man früher hierüber hegte. „Was man gewöhnlich unter einer Gewitterwolke versteht," sagt der Erstere, „scheint mir keineswegs eine Masse von, in ihrem ganzen Umfange gleichmäßig electrisch gemachten Dünsten zu seyn, sondern aus regelmäßigen concentrischen, bald positiven, bald negativen Kreisen zu bestehen, deren Mittelpunkt eine andere Electricität hat, als ihr Umfang oder ihre Ränder. Die am Rand der Wolke befindliche Electricität ist immer schwächer, als diejenige des Mittelpunkts. Dieß ist gerade das Gegentheil von dem, was man an einer geladenen isolirten Metallplatte oder einem vollkommeneren Leiter wahrnimmt, wo das Fluidum der Qualität nach gleichmäßig vertheilt, die größere Quantität am Umfang aber verdichtet ist. Ich habe gesehen, wie eine dieser Wolken die Electricität der Wetterfahne dreimal in 18 Minuten veränderte, indem diese zunahm, bis der Mittelpunkt der Wolke die Wetterfahne passirt hatte, und dann ebenso in demselben Verhältnisse wieder abnahm." Auch Weekes beobachtete bei seinen Experimenten, daß die Electricität häufig von einem Zustand in den andern überging, wie wenn eine Reihe stark geladener, bald positiver, bald negativer Zonen über den Apparat hingegangen wären.

Wirkungen des Blitzes.

Es kommt häufig vor, daß durch die Entladung angesammelter atmosphärischer Electricität die unheilvollsten Wirkungen entstehen, und man hat zahlreiche Beispiele hievon. Es scheint eine Eigenthümlichkeit der Electricität zu seyn, einem guten Leiter zu folgen, und hie und da wird sie einen außerordentlichen Sprung machen, um durch besondere Substanzen weiter getragen zu werden. Wenn dieses Agens durch Körper geht, welche seinem Fortgang nur einen geringen Widerstand entgegensetzen, so werden keine mechanischen Wirkungen auf dieselben hervorgebracht, außer in den Fällen, wo die Dimensionen des Leiters zu klein sind, um das angesammelte Fluidum weiter zu führen. In einigen Fällen, wo Häuser vom Blitze getroffen wurden, wurde die Electricität durch die Glockendrähte abgeleitet, denn Metalle sind gute Leiter; da aber die Drähte im Vergleich mit der Stärke des Agens zu dünn waren, wurden sie während des Durchgangs geschmolzen. Diese Wahl der Leiter wird auch durch ein Factum erwiesen, das Forstleuten bekannt seyn muß, indem zwar die Eiche häufig vom Blitze getroffen, die Buche aber nur selten und vielleicht nie beschädigt wird, wenn der erstgenannte Baum der Richtung, in welcher sich die Electricität bewegt, nahe ist. Häufig werden Menschenleben durch den Blitz zerstört, Gebäude umgestürzt oder in Flammen gesetzt, Felsen zerspalten und Waldbäume verstümmelt oder zerrissen. Seine Thätigkeit ist aber noch weit schrecklicher auf dem weiten Meeresspiegel, wo nur das majestätische Schiff seiner Wuth ausgesetzt ist. Wir kennen nicht alle die Unglücksfälle zur See, welche dem electrischen Agens zugeschrieben werden müssen, denn nur wenige werden in unsern wissenschaftlichen Journalen erwähnt. Wir wollen jedoch ein paar Beispiele anführen. Ein Ungenannter erzählt, er habe gesehen, wie zu Port Mahon am Bord eines Schiffs von 24 Kanonen 15 Mann am Bugspriet und Klüverbaum von einem Blitzstrahl getroffen und theils getödtet, theils schrecklich verletzt worden seyen; ferner, daß im Jahr 1811 der „Kent," ein Schiff von 17 Kanonen, das sich damals nicht weit von Toulon befand, vom Blitze getroffen worden sey. Der Haupt- und Besanmast wurden vom Rumpfe abwärts zersplittert und mehrere Leute auf den Raaen gefährlich verwundet.

Wenn das Phänomen des Blitzes frei von aller Gefahr wäre und das Gemüth die fast instinktmäßige Furcht vor den Wirkungen desselben los werden könnte, so müßte doch selbst ein Freund des Erhabenen immer einige Aengstlichkeit beim Anblick eines Gewittersturms zur See empfinden. Das menschliche Gemüth ist für die Manifestation einer höheren, in der Natur entfalteten Macht nicht unempfindlich. Während es aber in einigen

Fällen bei der Betrachtung des gütigen und heilsamen Einflusses auf die materielle Schöpfung verweilt, kann es sich zu andern Zeiten des Gefühls nicht entschlagen, daß ein allwissender und allmächtiger Geist, der eben so sehr des Unwillens als des Wohlwollens fähig sey, eine Herrschaft über Alles führe. Erdbeben und Vulkane, Orkane und Stürme dürften dieß genugsam beweisen. Kein Erdphänomen aber vermag dem Geist so sehr Ehrerbietung und das Gefühl seiner Abhängigkeit einzuflößen, wie ein Gewittersturm zur See. Doch die Gewohnheit versöhnt uns mit den entsetzlichsten Erscheinungen, und der Mensch, der sich voll demüthigen und ehrerbietigen Gefühls vor diesem Zeugniß von der Kraft des Allmächtigen verkrochen hat, kann endlich durch wiederholtes Anschauen desselben Phänomens vertraut damit werden. Und endlich, wenn sein Gemüth die Angst davor gänzlich verloren hat, wird er gar ein Vergnügen daran finden, den breiten Strahl des electrischen Lichtes zu beobachten und nicht ohne Wohlgefallen auf die wiederholten Donnerschläge lauschen.

Ein Dr. Tilesius hat in irgend einem deutschen Journal einen Bericht über einige sehr merkwürdige Wirkungen, welche die atmosphärische Electricität auf den menschlichen Körper ausübte, geliefert. Zwei Karren, die einen Wald passirten, wurden von einem Blitze getroffen, der von dem einen zum andern überging und die Personen, die darin waren, mehr oder weniger beschädigte. Eines der Pferde wurde auf dem Fleck getödtet, und der Wagen, den es zog, in einem Durchmesser von fast 6 Zoll durchlöchert. Die beiden in dem Wagen befindlichen Personen wurden ebenfalls getroffen. Die eine erhielt einen so heftigen Schlag, daß sie eine gute Strecke weit fortgeschleudert wurde und eine Zeit lang bewußtlos liegen blieb, allein ohne bedeutende Verletzung davon kam. Die andere Person wurde auf dem Fleck getödtet; und als man den Körper untersuchte, fand man Spuren der Electricitäts-Entladung an ihm. Arme und Hände waren bis zum Knochen durchfurcht, die Rock- und Hemdärmel zerrissen. Doch trugen weder Haut noch Kleider Spuren einer Verbrennung, sondern schienen gleichsam durch eine schnell vorüberfahrende scharfe Spitze aufgerissen. Die beiden Personen in dem andern Karren wurden bedeutend beschädigt, erholten sich übrigens wieder. Doch litten sie nachher an einer Trägheit und Schlaffheit, die sie früher nie empfunden hatten. Der merkwürdigste Umstand in physiologischer Hinsicht ist aber der, daß eine der Personen, die zur Zeit des Unfalls vollkommen taub gewesen war, durch die ihren Körper durchdringende Electricität, welche namentlich den innern Theil des Ohrs in der Nähe des Tragus und Antihelix aufritzte, am folgenden Tage ihr Gehör wieder erhielt.

Es ist vielleicht nicht so ungewöhnlich, daß die Electricität in Fällen, wo ihre Stärke oder ihre Menge nicht hinreichend ist, um Leben zu zerstören, eine entschieden ärztliche Wirkung hat. Diese kann je nach Umständen wohlthätig oder schädlich seyn. Professor Olmsted in Nordkarolina hat in einem amerikanischen wissenschaftlichen Journal die Heilung einer Lähmung durch einen Blitzstrahl gemeldet. Die Person war mit einer paralytischen Affektion im Gesichte behaftet, die sich hauptsächlich im Auge angesetzt hatte. Während eines Gewitters wurde sie vom Blitze getroffen und verlor für eine Zeit lang ihre Sinne und den Gebrauch ihrer Glieder. Am folgenden Tage aber war sie so weit wieder hergestellt, daß sie eine Beschreibung über den Vorfall aufsetzen konnte und wieder ganz im Besitz ihres Gesichtes war, während dagegen ihr Gehör Etwas gelitten hatte.

Es ist vielleicht nicht nothwendig, noch weitere in Folge des Durchgangs atmosphärischer Electricität durch den animalischen Körper geschehene Todesfälle anzuführen. Wir können jedoch nicht unterlassen, den Unglücksfall hier anzuführen, der sich bei einem von Professor Richmann in St. Petersburg angestellten Experimente ereignete, hauptsächlich weil daraus hervorgeht, was für eine große Sorgfalt angewendet werden muß, wenn man ein so mächtiges Agens, wie die atmosphärische Electricität, zu leiten oder zu controliren versucht. Der Professor hatte einen Apparat aufgestellt, um die atmosphärische Electricität, mit der er einige Versuche anzustellen wünschte, in sein Studirzimmer zu leiten. Um ein Unglück zu vermeiden, verband er ein Instrument mit seinem Apparat, welches die Quantität der vorhandenen Electricität messen sollte. Am 9. August 1753 war er damit beschäftigt, einige Experimente mit Hrn. Solokow zu machen. Er beugte sich dabei gerade abwärts, um das Instrument zu untersuchen, als er von der Electricität auf den Kopf getroffen und augenblicklich getödtet wurde. Aus der ärztlichen Untersuchung ging hervor, daß die Electricität an der Stirne eingedrungen war, den Körper durchlaufen und durch den linken Fuß ihren Ausweg genommen hatte, indem dort der Schuh aufgeborsten war. Solokow, sein Gehülfe, wurde bedeutend verletzt und das ganze Zimmer trug Spuren von dem Durchgang des Fluidums. Die Thürpfosten waren zerspalten und die Thüre selbst aus den Angeln gerissen und eine Strecke weit geschleudert.

Der Verlust an Menschenleben durch die atmosphärische Electricität entstand in den meisten Fällen aus einem Mangel an Sorgfalt, der entweder aus Unvorsichtigkeit oder Unwissenheit entsprang. Es ist sehr gefährlich, während eines Gewitters unter einem großen Baume oder bei einem hohen Gebäude unterzustehen, und es gibt noch andere Vorsichts-

maßregeln, die aus einer Kenntniß der Gesetze der Electricität entspringen und welche befolgt werden sollten. Es gibt jedoch Leute, die während dieses Phänomens eine wahre Furcht empfinden, als ob Gott nicht auch noch andere Zerstörungsmittel in seiner Macht hätte und sie nicht stets von Gefahren umgeben wären, die theils in der Construction des menschlichen Körpers, theils in äußerlichen Ursachen ihren Grund haben. Die Anzahl der durch den Blitz entstandenen Todesfälle ist nur gering im Verhältniß zu der Anzahl der Gewitter; denn wenn die Electricität von den Wolken nach der Erde fährt, wird sie gewöhnlich unmittelbar nach der Erde selbst geführt.

Felsen tragen häufig die Spuren einer durch electrische Thätigkeit entstandenen Schmelzung. Vor einigen Jahren zeigte Dr. Fiedler einige glasartige Röhren, die er in den Ebenen von Schlesien und Ostpreußen gefunden hatte. Die eine derselben, aus der Gegend von Paderborn, war 40 Fuß lang. Diese Fulgoriten, wie man sie nannte, verdanken ihre Entstehung ohne Zweifel den erhitzenden Wirkungen der atmosphärischen Electricität, und man fand, daß sie gewöhnlich in Wasserquellen endigten. Andere behaupten, derartige Blitzröhren entstehen durch das Einschlagen des Blitzes in tiefen Quarzsand, wobei die entwickelte Hitze ein Schmelzen und Zusammensintern desselben bewirkt; warum sie da aufhören, wo sie auf Wasser stoßen, ist sehr erklärlich.

Umstände, unter welchen der Blitz erzeugt wird.

Nachdem wir die Natur der Ursache erörtert haben, welche das Phänomen des Blitzes hervorbringt, dürfen wir auch die Art und Weise zu entdecken hoffen, wie derselbe thätig ist. Aus den Wirkungen, welche wir beim Durchgang der atmosphärischen Electricität durch animalische Körper wahrnehmen, geht sicher hervor, daß sich dieselbe in einem angesammelten Zustand befindet. Auch ist es nicht schwer, einige von den Ursachen zu bestimmen, die eine ungleiche Vertheilung des electrischen Agens hervorzurufen streben. Wir dürfen annehmen, daß der Blitz unter drei verschiedenen Umständen zum Vorschein kommt: wenn die Electricität von einer Wolke zur andern übergeht; wenn sie von den Wolken in die Erde, und endlich, wenn sie von der Erde in die Wolken übertritt. In den letzten zwei Fällen kann sie die zerstörenden Wirkungen äußern, die wir bereits angeführt haben, während sich im ersten Falle ihr Einfluß auf die Luftregion beschränkt, in der sie sich bewegt.

Wenn zwei mit entgegengesetzten Electricitäten geladene Wolken, oder mit andern Worten, zwei Wolken, die entgegengesetzte electrische Zustände haben, sich einander so sehr nähern, daß die Electricität im Stande ist,

den hemmenden oder zwängenden Einfluß der Atmosphäre zu überwinden, so findet eine Entladung Statt, die sich in einem Blitzstrahl äußert. Wir können in der That die Thätigkeit zweier Wolken oder Luftschichten, wovon die eine überladen, die andere zu wenig geladen ist, derjenigen einer Leydnerflasche vergleichen, deren Ueberzüge von entgegengesetzter Beschaffenheit sind. Wenn die Flasche mit einer eine gewisse Spannung überschreitenden Electricität geladen wird, so wird eine Selbstentladung erfolgen, indem der hemmende Einfluß des Glases oder der Luft zu gering ist, um die Expansivkraft der Electricität zu überwältigen. Dieß ist die Bedingung, unter welcher der Blitz in der Atmosphäre erzeugt wird. Die von zwei Wolken, von denen die eine positiv, die andere negativ geladen ist, ausgeübte Anziehungskraft muß schon in einer beträchtlichen Entfernung thätig seyn, was sie mit einer beschleunigten Kraft gegen einander treibt. Sobald sie sich aber so weit genähert haben, daß die Electricität einen Vortheil über den hemmenden Einfluß des nichtleitenden Mediums der atmosphärischen Luft erhält, so wird ein Lichtstrahl erzeugt. Diese Entladung genügt jedoch nicht, um das electrische Gleichgewicht herzustellen, und es werden so lange Entladungen erfolgen, die im Verhältniß zu der gegenseitigen Entfernung der Wolken stehen, bis jene Wirkung eingetreten ist.

Es geschieht bisweilen, daß ein Uebergang der Electricität von der Erde nach den Wolken zu Statt findet, und der Blitz wird dann wie in der Entladung zweier Wolken unter sich gebildet. Es ist jedoch gänzlich unmöglich zu bestimmen, ob die Electricität sich von der Erde nach der Wolke oder von der Wolke nach der Erde bewege; denn ihre Geschwindigkeit ist so groß, daß keine bemerkbare Zeitperiode zwischen dem Beginn und der Vollendung ihres Laufes zum Vorschein kommt. Dieser Satz wird durch ein von Professor Wheatstone angestelltes Experiment aufs Schönste erläutert. Wenn ein Rad in eine schnelle Rotation gebracht wird, so werden die Speichen wegen der Schnelligkeit, mit welcher sie dem Auge nach und nach dargeboten werden, gänzlich unsichtbar seyn. Wird aber das Rad zu dieser Zeit zufällig durch einen Blitzstrahl beleuchtet, so werden die Speichen einen Augenblick lang so deutlich seyn, wie wenn das Rad sich in Ruhe befände; denn so schnell seine Bewegung auch seyn mag, so ist es doch nicht im Stande, sich während der Anwesenheit jenes Lichtes durch einen bemerkbaren Raum zu bewegen, was am besten die große Geschwindigkeit der Electricität beweist.

Viele Naturforscher glauben, die Erde sey beständig in einem negativen Zustand, und die Electricität komme stets von den Wolken herab zu ihr. Morgan war jedoch der Ansicht, daß die Erde selbst stets genug Electricität besitze. Wir können übrigens weder in den angestellten Ex=

perimenten, noch in den förmlichen Beweisführungen einen befriedigenden Grund für die eine oder andere dieser Ansichten finden. Nach dem, was man bis jetzt in Erfahrung gebracht hat, ist es sehr möglich, daß sich die Erde entweder in einem positiven oder in einem negativen Zustande befinden mag, daß die angesammelte Electricität nach ihr hin und von ihr aus gehen kann, und, durch Körper an der Oberfläche der Erde weiter geführt, diese je nach ihrer Natur oder den Umständen der Entladung afficirt.

Gewitterwolken.

Ein Gewitter läßt sich im Allgemeinen nach atmosphärischen Erscheinungen voraussagen. An irgend einem hellen Theil der Atmosphäre beginnt sich eine niedere dichte Wolke zu bilden, die rasch an ihrem obern Rande zunimmt und sich in einer gewölbten Form ausbreitet. Eine Anzahl kleiner zerrissener Wolken, die wie zerzupfte Wollenflocken aussehen, erscheinen sodann und bewegen sich in verschiedenen Richtungen hin und her, indem sie sich bald nähern, bald einander entfliehen. Endlich aber sammeln sie sich an und vereinigen sich mit den zuerst erschienenen Wolken. Die Wolken beginnen nunmehr sich zu verdichten und schleudern, indem sie sich mit großer Schnelligkeit hin- und herbewegen, von Zeit zu Zeit lebhafte electrische Strahlen, als die Vorboten des herannahenden Gewitters.

Die Gestalt und Farbe der Blitze, wie wir sie von der Erde aus erblicken, wechselt je nach den Umständen. Die Dichtigkeit des Mediums, durch welches sich die Electricität bewegt, und die Natur der Substanzen, von welchen sie aus- und nach welchen sie hingeht, bilden wahrscheinlich die leitenden Ursachen.

Der Donner, d. h. der Schall, welcher das Phänomen des Blitzes begleitet, wechselt in Stärke und Charakter, je nach der Höhe und Ausdehnung der electrischen Wolken und der physikalischen Eigenthümlichkeiten des Landes, in dem er gehört wird. Wenn die Entladung von einer Wolke ausgeht, die sich in geringer Entfernung von der Erde befindet, so wird der Hörer durch einen plötzlichen Knall erschreckt; ist sie weiter hinweg, so vernimmt er ein dumpfes Rollen. Wenn sie über einem flachen Lande oder einem Orte Statt findet, wo keine Gegenstände sind, die einen Widerhall hervorrufen können, so hört man eine Reihe regelmäßiger Explosionen, deren Stärke mit der Entfernung der Wolke zu- oder abnimmt. Findet sie in einer Gebirgsgegend oder einem zerklüfteten Terrain Statt, so vernimmt man auf einander folgende, nach Zeit und Stärke unregelmäßige Schläge.

Das Rollen des Donners wird durch den Widerhall unter den Wolken

hervorgebracht. Arago und Andere, welche Versuche über die Schnelligkeit des Schalls anstellten, machten die Bemerkung, daß die Explosion ihrer Gewehre bei vollkommen heiterem Himmel einen einzelnen scharfen Ton hervorbrachte. War jener aber mit Wolken bedeckt, so vernahmen sie ein lang anhaltendes Rollen, das den Donner nachahmte.

Um zu bestimmen, wie weit ein Gewitter noch entfernt sey, darf man nur die Anzahl Sekunden, welche zwischen dem Sehen des Blitzes und dem Hören des Donners verstreichen, mit 1090 multipliciren, der Anzahl Fuße, welche der Schall in einer Sekunde durchlauft, so wird man die Entfernung der electrischen Wolke von dem Orte der Beobachtung in annähernder Schätzung und in Fußen ausgedrückt erhalten.

Aus einer Reihe in Deutschland angestellter Beobachtungen geht hervor, daß die allgemeine Richtung der angesammelten atmosphärischen Electricität von Westen nach Osten geht. Bisweilen erscheint zwar der Blitz im Norden und Süden; aber dieß ist beziehungsweise selten der Fall. Die Gelehrten kennen noch keinen allgemeinen Grundsatz, aus welchem sich diese seltsamen Umstände erklären ließen.

Blitzableiter.

Als Franklin den electrischen Ursprung des Blitzes entdeckte, sah er alsbald ein, daß seine Entdeckung dazu benützt werden könnte, die Gefahren zu vermindern, welche ein Gewitter mit sich bringt. Er wußte, daß Metalle die Electricität schnell leiten, und daß Spitzen sie mit größerer Leichtigkeit anziehen, als stumpfe oder abgerundete Flächen; er machte daher den Vorschlag, zugespitzte metallische Leiter an den Gebäuden anzubringen, um sie gegen die Wirkungen des Blitzes zu sichern. Das Zweckmäßige dieser Einrichtung fällt in die Augen. Wenn die Electricität von den Wolken nach der Erde geht, so wird sie von einigen Körpern schnell, von andern nur gezwungen fortgepflanzt. Wenn aber zwei Substanzen von ungleicher Leitungsfähigkeit vorliegen, so wird das Fluidum diejenige erfassen, welche zu seiner Fortpflanzung am geeignetsten ist. Nun sind die Metalle die besten Leiter; Backsteine und gewöhnliche Steine gehören zu den schlechtesten. Die Electricität wird sich daher durch die ersteren fortpflanzen, sobald sie derselben nur dargeboten werden, und durch ihre Gegenwart wird das Gebäude vor denjenigen Wirkungen bewahrt werden, die gewöhnlich einen electrischen Strahl begleiten. Wir dürfen annehmen, daß die Erwägung dieser Thatsachen Franklin darauf geleitet habe, metallische Leiter an den Häusern anzubringen. Er machte den Vorschlag, eine metallene Stange auf eine solche Weise daran zu befestigen, daß das eine Ende auf eine gewisse Strecke in die Erde eindringe und das andere

zugespitzte sich bis einige Fuße über den höchsten Theil des Gebäudes erhebe. Es gibt keine einfachere und erfolgreichere Einrichtung. Doch hängen damit noch einige aus Beobachtung und Versuchen hergeleitete Umstände zusammen, die eine Bemerkung verdienen.

Die Stangen sollten wo möglich von derjenigen Substanz gefertigt seyn, welche die Electricität am schnellsten fortpflanzt. Die Nützlichkeit eines Blitzableiters wird immer davon abhängen, daß seine Leitungsfähigkeit eine größere ist, als die des Gebäudes, das er zu schützen hat. Blei und Kupfer leiten die electrische Kraft am besten, da aber der Schmelzpunkt des Bleis weit niederer steht, als der des Kupfers, so wird das letztere Metall immer am liebsten angewendet und ist überdieß der bessere Leiter.

Mehrmals haben sich Unfälle ereignet, wenn die leitenden Drähte nicht den gehörigen Durchmesser hatten. Eben so ist es gefährlich, ihre Verbindung zu unterbrechen oder, mit andern Worten, einen Blitzableiter zu errichten, der nicht ganz ununterbrochen ist. Der letztere Satz ergibt sich aus der Wirkung der Electricität, wenn sie ein unbeschütztes Haus trifft, indem sie dann von einem Leiter zum andern springt und Alles zerstört, was ihren Fortgang hemmen kann. Gegen die Mitte des letzten Jahrhunderts wurde der Thurm der St. Bride-Kirche in London vom Blitze getroffen, und in Folge der großen Menge Eisenwerk, das man bei seiner Errichtung angewendet hatte, wurde die Electricität von einem Theil nach dem andern geleitet und dadurch ein großer Schaden herbeigeführt. Der Blitz hatte in die Wetterfahne geschlagen und wurde durch den Schaft, der jene trug, ruhig weiter geleitet. Dann aber schoß er nach einigen gekreuzten Eisenstangen und von dort nach den eisernen Klammern, die beim Bau des Thurmes angewendet worden waren, und zerschmetterte alle Steine, die auf seinem Wege lagen.

Electrische Beschaffenheit der Atmosphäre.

M o n n i e r scheint der Erste gewesen zu seyn, welcher die Bemerkung machte, daß die electrische Spannung der Atmosphäre nicht bloß auf diejenigen Perioden beschränkt ist, in welchen man die Erscheinung des Blitzes wahrnimmt. B e c c a r i a untersuchte diese Sache nachher mit großer Sorgfalt, und sprach die Ansicht aus, daß Wolken, Regen, Hagel und andere meteorologische Erscheinungen ebenfalls der Electricität zugeschrieben werden müßten. Zur Bekräftigung dieser Ansicht führt er mehrere Beweisgründe an und behauptet unter Anderem, daß die zu gleicher Zeit geschehende Erscheinung von Donner, Blitz, Regen, Hagel, Schnee und Wind auf ihren Ursprung aus einer gemeinschaftlichen Quelle hin-

deute. Wahrscheinlich wird Beccaria's Ansicht am Ende sich bewähren, aber der Grund, den er anführte, genügt nicht, um den Zweifler zu überzeugen oder einen forschenden Geist zu befriedigen.

Die Electricität der Atmosphäre ist im Allgemeinen im Winter größer als im Sommer, und bei Tag stärker als bei Nacht, und bei schönem, klarem Wetter befindet sich die Luft im Allgemeinen in einem positiven Zustand. Die Quellen der atmosphärischen Electricität lassen sich nicht sehr genau bestimmen. Es ist jedoch wahrscheinlich, daß der überladene Zustand der Luft hauptsächlich der beständigen Verdunstung zugeschrieben werden muß, die an der Oberfläche der Erde Statt findet; eine Erscheinung, die stets mit dem Freiwerden von Electricität verbunden ist. Pouillet hat behauptet, daß bei der Verdunstung nie Electricität frei werde, wenn nicht eine chemische Wirkung mit in's Spiel komme. Dieß unterliegt übrigens einigem Zweifel. Doch können wir hier die Experimente nicht anführen, die uns zu diesem Schlusse berechtigen. Wie dieß aber auch seyn mag, so ist jedenfalls anerkannt, daß durch die Verdunstung, welche an der Oberfläche des Wassers vor sich geht, sowie durch die zahlreichen chemischen Veränderungen, die in der Werkstätte der Erde vor sich gehen, eine große Menge Electricität frei wird. Diese Kräfte werden wahrscheinlich durch den Einfluß der ungleichen Wärmeströme, die durch die Atmosphäre circuliren, und durch die Reibung der in entgegengesetzten Richtungen sich bewegenden Luftschichten unterstützt. Es ist jedoch vor der Hand noch gänzlich unmöglich, die verhältnißmäßige Wirkung irgend einer Ursache bei Hervorbringung des electrischen Zustandes der Atmosphäre zu bestimmen.

Für die Entstehung des Gewitters und das Freiwerden von Electricität durch Verdunstung spricht auch ein anderes, in unserer Zone so gewöhnliches Phänomen: das Wetterleuchten. So nennt man ja bekanntlich die Erscheinung von Blitzen ohne Donnern am Abendhimmel nach einem schwülen Tage, welcher die Verdunstung an der Erdoberfläche bedeutend befördert hat. Das Wetterleuchten ist nur eine Lichtentbindung, ein Aufleuchten, gewöhnlich am Saume des Horizonts, und durchaus nicht zackig wie der Blitz; es kehrt gewöhnlich mehrmals auf der gleichen Stelle wieder, und seine Erscheinung beschränkt sich nicht auf den Sommer allein, sondern wird auch zu andern Jahreszeiten bemerkt. Wie beim St. Elm's-Feuer (wovon unten Mehreres) sich die Electricität der Atmosphäre an einzelnen hervorragenden, meist spitzen Körpern entladet, so scheint sie beim Wetterleuchten, unter dem Einflusse der mit dem Eintritt des Abends verbundenen Luftströmung, aus dem Uebergang der Electricität einer tieferliegenden Wolke in eine andere zu entstehen.

Das Nordlicht

Obgleich wir mit der positiven Größe des Einflusses unbekannt sind, den die electrische Kraft auf die Hervorbringung oder Regulirung meteorologischer Erscheinungen übt, so gibt es doch einige Phänomene, die man ohne Bedenken dieser Kraft zuschreiben kann. Eines der allgemeinsten und schönsten ist das Nordlicht (Aurora borealis), welches in Schweden, Lappland und den Polargegenden in den langen Winternächten so gewöhnlich ist, daß es dem Reisenden häufig statt des Mondlichtes dient.

„In den nordöstlichen Theilen von Sibirien," sagt Gmelin, „beginnen diese Nordlichter mit einzelnen glänzenden Säulen, die im Norden und fast zu gleicher Zeit im Nordosten aufsteigen, allmählig größer werden und einen großen Raum am Himmel einnehmen; sodann mit unglaublicher Schnelligkeit von einem Ort zum andern schießen, und endlich beinahe den ganzen Himmel bis zum Zenith bedecken, wobei sie eine Erscheinung hervorbringen, wie wenn ein großes, von Gold, Rubinen und Sapphiren schimmerndes Zelt am Himmel ausgespannt würde."

Im mittleren Europa ist das Nordlicht eine seltene Erscheinung, wird jedoch im Allgemeinen zur Frühling- und Herbstzeit und nach lang andauerndem trockenem Wetter gesehen. Südlich vom 37sten Grad nördlicher Breite kommen keine Nordlichter mehr vor; in höheren Breiten aber, besonders zwischen dem 60sten Grad nördlicher Breite und dem Polarkreise, sind sie am häufigsten und schönsten. Das innerhalb der Polarkreise erscheinende Phänomen nennt man P o l a r l i c h t, weil es mit ziemlicher Bestimmtheit die Richtung der Pole angibt. Aus demselben Grunde gibt es auch ein Südpolarlicht, welches schon mehrfach von Schiffern in der Region des Südpols beobachtet worden ist; ja einige neuere Seereisende erzählen von diesem Südpolarlicht, daß sie, als sie an der Südküste von Neuholland hinsegelten, dasselbe n o r d w ä r t s von sich, also in entgegengesetzter Richtung vom Südpol, erblickt hätten.

Die Jahre 1831 und 1836 brachten uns mehrere Nordlichter, unter anderen auch dasjenige, welches — so wie es von einem Reisenden in Norwegen beobachtet worden ist — durch den beigegebenen Farbendruck (siehe das Titelblatt) versinnlicht werden soll. Die Beschreibung dieses Phänomens entlehnen wir einer englischen Quelle: „Das von Dr. Dalton lebendig und genau beschriebene Nordlicht war vielleicht das glänzendste, welches je am Himmel Englands erschien. Zuerst wurde die Aufmerksamkeit durch einen merkwürdigen rothen Schein der Wolken gegen Süden hin gelenkt, welcher so viel Licht gab, daß man um 8 Uhr Abends lesen konnte, obgleich weder der Mond noch ein anderes Licht im Norden war. Da man eine merkwürdige Erscheinung erwartete, so war der Höhemesser



Das Nordlicht.

aufgestellt worden, um Höhe und Lage derselben zu beobachten. Von 9½ bis 10 Uhr Abends sah man einen großen horizontalen Lichtbogen gegen Süden zu, fast ganz wie jene, die wir im Norden sehen, und zugleich einen oder mehrere concentrische Bogen gegen Norden. Man bemerkte noch besonders, daß sämmtliche Bogen durch die Ebene des magnetischen Meridians genau halbirt schienen. Um 10½ Uhr zeigten sich Lichtströme sehr niedrig im Südosten. Sie floßen von Westen nach Osten und umgekehrt, vermehrten sich und begannen den Zenith zu erreichen, wobei ihre Schnelligkeit offenbar zunahm, bis plötzlich die ganze Hemisphäre von ihnen bedeckt war und einen Anblick darbot, der jeder Beschreibung spottet. Die Stärke des Lichts, die ungeheure Zahl und Flüchtigkeit der Strahlen, die großartige Vermischung aller Urfarben in ihrem höchsten Glanze, welche den glühenden Baldachin mit der üppigsten und bezauberndsten Scenerie bemalten, bot ein erhabenes, aber zugleich höchst ergötzliches Schauspiel. Jedermann betrachtete es mit Bewunderung. Die ungewöhnliche Größe der Scenerie dauerte jedoch nur eine Minute; die Mannigfaltigkeit der Farben verschwand, die Strahlen verloren ihre Seitenbewegung und verwandelten sich wie gewöhnlich in blitzende Lichtströme. Aber auch dann noch überboten sie alle andern Nordlicht-Erscheinungen, indem die ganze Hemisphäre von ihnen bedeckt war."

Das Nordlicht ist offenbar ein electrisches Phänomen, und läßt sich durch gewöhnliche Electricität leicht nachahmen. Wenn man Electricität durch einen leeren Raum streichen läßt, so erzeugen sich herrliche Lichtströme, welche je nach der Summe der in der Röhre enthaltenen Luft an Farbe und Stärke wechseln. Es findet übrigens einiger Zusammenhang zwischen den magnetischen Polen der Erde und der atmosphärischen Electricität Statt; allein die Natur ihres Einflusses ist bis jetzt noch unbekannt. Dr. Faraday hält es für wahrscheinlich, daß das Nordlicht eine leuchtende Darstellung der vom Aequator nach den Polen zur Herstellung des electrischen Gleichgewichts strömenden Electricität sey. Wir vermögen jedoch nicht mit Bestimmtheit zu sagen, ob es eine zufällige Entladung oder die Lichtdarstellung eines beständigen electrischen Stromes sey. Es unterliegt aber keinem Zweifel, daß es ein Phänomen ist, welches nur in einer sehr verdünnten Atmosphäre vorkommt und einigermaßen auch von der Temperatur derselben abhängt. In Sibirien, einem der kältesten bewohnten Länder, ist das Nordlicht so glänzend, daß es selbst denen bisweilen Angst einjagt, welche gewohnt sind, es alle Nacht zu sehen. Auch ist bekannt, daß der electrische Zustand der Atmosphäre im Winter weit entschiedener ist als im Sommer; ein Umstand, der die Meinung unterstützt, als sey das Nordlicht von der Temperatur der Luftschichten, in denen es erzeugt wird, abhängig.

Viele neuere Physiker schreiben die Entstehung des Nordlichts magnetischen Einflüssen zu, und wirklich bemerkt man bei der Erscheinung desselben auch einige merkwürdige Veränderungen an der Magnetnadel. Freistehende Magnetnadeln gerathen in unregelmäßige Schwankung, und Arago behauptet sogar, die Annäherung eines Nordlichtes könne schon 24 Stunden zuvor durch ungewöhnliches Verhalten der magnetischen Störungen vorausgeahnt werden; nach ihm wirken sie auch in Gegenden auf die Magnetnadel, wo sie nicht einmal sichtbar sind. Auch ziehen sie gewöhnlich den magnetischen Polen nach, die sie umlagern. — Der Sitz der Nordlichter ist in der Atmosphäre, deßhalb sind sie so weithin sichtbar; auch folgen sie der Rotationsbewegung der Erde, und zeigen nicht, wie die Sterne, eine tägliche Bewegung von Osten nach Westen. — Das Nordlicht erscheint besonders häufig innerhalb der Zone, wo die Gewitter fehlen oder äußerst selten sind, und bildet vielleicht einen Ersatz für sie; der englische Meteorolog Forbes nennt es sogar ein magnetisches Gewitter. Wir wollen es aber einstweilen unter den Phänomen der Electricität anführen, bis gelehrte und begründetere Untersuchungen seinen innigern Zusammenhang mit dem Erdmagnetismus überzeugend dargethan haben.

St. Elms-Feuer.

Das St. Elms-Feuer oder Wetterlicht ist ein leuchtendes Meteor, welches sich häufig an den Mastbaumspitzen der Schiffe ansetzt und wahrscheinlich electrischen Ursprunges ist, obwohl kein Fall bekannt ist, wo es eine jener unheivollen Wirkungen hervorgebracht hätte, die so oft mit dem Blitze verbunden sind. Bisweilen beschränkt es sich auf die Mastspitze, während es zu andern Zeiten allmählig bis auf das Verdeck selbst herabsteigt. Die Seeleute hielten es in früheren Zeiten für die sinnliche Darstellung eines Geistes, den sie St. Elmus nennen und für den Schutzheiligen derjenigen halten, welche die mächtige Tiefe durchwandern, und der endlich eine prophetische Kraft besitzen soll. Wenn es sich auf die Mastspitze beschränkt, so ist es jener Ansicht nach ein Vorbote von schlechtem Wetter, welches jedoch nicht andauern, noch das Schiff beschädigen werde. Steigt es aber den Mast herab, so deutet es ihnen ein Unheil durch einen Windstoß an, der im Verhältniß zu der Tiefe seines Herabsteigens mehr oder weniger heftig seyn werde.

Diese Erscheinung läßt sich leicht erklären, wenn wir uns erinnern, mit welcher Leichtigkeit ein zugespitzter Leiter die Electricität von einer sehr electrischen Atmosphäre aus weiter leitet, und sie kann daher allerdings nach wissenschaftlichen Grundsätzen als ein Vorbote von Verände-

rungen in der Atmosphäre betrachtet werden, indem die electrische Kraft selbst offenbar mit vielen meteorologischen Wirkungen in Verbindung steht, die wir uns bis jetzt noch nicht recht erklären können.

Die Wetterlichter bestehen entweder aus einem Lichtbüschel (bei positiver), oder aus einem Lichtknöpfchen (bei negativer Electricität) und zeigen sich nur Nachts oder Abends und nicht allein zur See, sondern auch an Kirchthürmen und anderen hervorragenden Gegenständen. Sie haben die größte Aehnlichkeit mit der, von Metallspitzen in die Luft ausströmenden Electricität; sie beugen Gewittern vor, indem sie eine Anhäufung der Electricität verhindern. — Verwandt mit ihnen ist das electrische Leuchten, welches man bisweilen an Haaren oder Kleidern von Menschen bemerkt, welche während eines Gewitters im Freien sind, wie das nachstehende, von einem Allamand, im Kanton Neufchatel, beobachtete Phänomen zeigen mag.

Dieser Herr wurde auf einem Spaziergang von Fleurier nach Moutiers von einem Gewitter überfallen; als er seinen Regenschirm schloß, damit die Electricität nicht durch die Metallspitze desselben angezogen würde, sah er den Rand seines Hutes von einem breiten Lichtstreifen umgeben, der stärker wurde, wenn er mit der Hand darüber fuhr. Diese Erscheinung verschwand, sobald er in die Nähe hoher Bäume kam, die aller Wahrscheinlichkeit nach die Electricität der Atmosphäre anzogen.

Humboldt beobachtete das St. Elms-Feuer auf einer seiner Reisen, und wir freuen uns immer, wenn wir seine Beschreibungen benützen können. „Als ich die Masten beobachtete," erzählt er, „sah ich die Spitzen der Bramstenge bis auf drei Fuß unter den Knopf des Flaggenstocks gänzlich in eine kalte Flamme von blassem, phosphorähnlichem Licht eingehüllt, welches den Umfang des Mastes völlig umschloß und von einer hüpfenden oder kriechenden Bewegung begleitet war, wie man dieß bei Verbrennung von gewöhnlichem Phosphor auf einem Tische sieht. Die Spitzen der Bramstengen, des Vorder- und des Besanmastes zeigten eine ähnliche Erscheinung. Diese seltsame Beleuchtung dauerte 8 bis 10 Minuten lang mit unverminderter Stärke an, wurde dann allmählig schwächer und kleiner, bis sie endlich ganz verschwand, nachdem sie nicht weniger als eine halbe Stunde gedauert hatte."

Die Gelehrten wissen, daß oft geheime und anscheinend schwache Kräfte außerordentlich wichtige, wo nicht die heftigsten Wirkungen hervorbringen. Wenn wir ein Stück Siegellack an einem wollenen Tuche reiben, und ihm dadurch eine Eigenschaft beibringen, vermöge welcher es fähig ist, jede leichte Substanz, die man in seine Nähe bringt, anzuziehen, so können wir uns kaum denken, daß dieselbe Kraft die Bildung des

Wolken bewirke, und daß der schreckliche Sturm, der die Erde bis zu ihrem Mittelpunkt zu erschüttern scheint, ebenfalls nur eine Wirkung derselben Kraft ist.

Die Natur dieser Kraft mögen wir nicht ganz verstehen, aber sie wohnt in allen Körpern und ihre Abwesenheit würde wahrscheinlich die Zerstörung derselben zur Folge haben. Es gibt allerdings Ursachen, welche die gleichmäßige Vertheilung der Electricität stören, indem sie dieselben an einem Punkte anhäufen und an einem andern schwächen. Es existirt jedoch eine erhaltende Kraft, und der Blitz ist nur ein Beweis von der Thätigkeit dieser Kraft. Die Erde mag ihn nun aus der Atmosphäre ziehen oder die Atmosphäre aus der Erde, so sind dieß immer nur Mittel, um eine Wirkung hervorzurufen, die zur Erhaltung der gegenwärtigen Einrichtungen der Erde nothwendig ist; und wenn dieß geschehen ist, so ist auch das Gleichgewicht wieder hergestellt. Die Veränderungen, welche stets auf der Erde vor sich gehen, und der Mangel an Beständigkeit, der fast alle irdischen Phänomene charakterisirt, sind die Elemente, durch welche der Schöpfer die Frische und Lebenskraft einer Welt erhält, die dazu bestimmt ist, den Menschen und die niederen, seiner Herrschaft unterworfenen Geschöpfe zu erhalten und zu erfreuen.

Siebentes Kapitel.

Erscheinungen, die sich vom Erdmagnetismus ableiten.

Der Magnet. — Die magnetische Anziehungskraft. — Magnetische Induktion. — Declination oder horizontale Abweichung der Magnetnadel. — Jährliche Veränderung dieser Abweichung. — Tägliche Veränderung derselben. — Inclination oder vertikale Abweichung. — Ursprung des Erdmagnetismus.

Nachdem wir die Naturerscheinungen beschrieben haben, die ihren Ursprung in der Electricität haben, so wird es wohlgethan seyn, auch derer zu erwähnen, die aus dem Magnetismus hervorgehen. Die Gelehrten kennen die Natur des magnetischen Elements ebensowenig, als die des electrischen, und sind ebenso unbekannt mit dem Ursprung ihres Einflusses auf und ihrer Beziehungen unter einander. So weit nun die Beobachtung derselben geht, fehlt es nicht an Zeugnissen, die darauf berechnet sind, dem Forscher den Glauben einzuprägen, daß diese Ursachen innig verknüpft, wo nicht gar identisch seyen. Ehe wir aber auf die Natur des Agens übergehen, wird es nothwendig seyn, einige der Wirkungen zu beschreiben, durch welche sein Vorhandenseyn stets bestimmt werden kann.

Der Hauptgrundsatz der Lehre vom Magnetismus besteht darin, daß Eisen und eisenhaltige Körper überhaupt in einem besondern Zustand eine direktive Kraft haben, indem ihr eines Ende nach einem Punkt in der Nähe des Nordpols der Erde, ihr anderes nach einem korrespondirenden Punkte im Süden zeigt. Es scheint in der That eine ganz besondere Verwandtschaft zwischen den Polen der Erde oder gewissen Punkten in der Nähe derselben und den Enden oder Polen der Magnete zu bestehen. Diese Anziehungskraft ist nicht, wie man glauben könnte, auf Einen Pol beschränkt, sondern in beiden gleich thätig, und wenn wir die Wirkung des einen

gänzlich neutralisiren würden, so würde der andere dennoch hinreichend seyn, den Magnet in seiner gewöhnlichen Richtung zu erhalten.

Um die Natur dieser Anziehungskraft klar auseinander zu setzen, müssen wir uns auf einige wenige Thatsachen beziehen, welche insbesondere künstliche Magnete betreffen.

Die magnetische Kraft wurde zuerst an einem gewissen Eisenerz beobachtet. Dieses magnetische Eisenerz scheint schon sehr frühe bekannt gewesen zu seyn. Wie es aber zur allgemeinen Kenntniß gelangte oder wem man die Entdeckung verdankt, darüber lassen sich nur Vermuthungen aufstellen, und die Mythe nimmt hier, wie in vielen andern Beispielen, die Stelle der Wahrheit ein. Die Chinesen machen Anspruch auf das Verdienst dieser Entdeckung; andererseits verführen uns die Griechen zur Begünstigung ihrer Ansprüche, indem sie die Phantasie durch eine schöne Fabel reizen. Sie sagen, der Magnet sey von Magnes, einem Schäfer auf dem Berge Ida, entdeckt worden, indem derselbe ein Stück davon an dem Eisen seines Hirtenstabs hängen gefunden habe. Diesem Umstande soll das Erz auch seinen Namen verdanken. Auch die Hindu's machen Ansprüche auf diese Ehre, und unterstützen ihr Recht mit Gründen, welche eben so möglich oder wahrscheinlich sind, wie die von andern Nationen beigebrachten. Der Einfluß des Magnets auf eisenhaltige Körper war wahrscheinlich lange vorher bekannt, ehe seine Polarität entdeckt wurde, die für uns die wichtigste Eigenschaft desselben ist. Man nimmt im Allgemeinen an, daß dem Johann von Giova, einem Neapolitaner, die Ehre der Entdeckung gebühre. Dr. Gilpert und Andere behaupten jedoch, der Compaß sey im Jahr 1260 von Paul Venetus aus China nach Italien gebracht worden.

Es ist nicht zu verwundern, daß eine solche Meinungsverschiedenheit in Betreff eines Gegenstandes obwaltet, über den kein authentisches Zeugniß angeführt werden kann. Der magnetische Grundsatz der Direction kann in Asien, Afrika oder Europa entdeckt worden seyn, denn verschiedene Nationen machen auf die Ehre Anspruch und eine jede hat unter den neueren Schriftstellern einen Vertheidiger gefunden. Die Europäer waren eben so sehr bemüht, ein Recht zu dieser Entdeckung aufzufinden, wie andere Nationen, und ihr Eifer wurde wahrscheinlich noch dadurch vermehrt, daß sie sich bewußt waren, lange Zeit ein Monopol intellektueller Uebermacht besessen zu haben. Ein berühmter Schriftsteller über Magnetismus hat die richtige Bemerkung gemacht, daß, wenn diese Entdeckung den Europäern zugeschrieben werden dürfe, die Norweger wohl den besten Anspruch darauf hätten, nicht nur weil der Charakter ihrer früheren Unternehmungen darauf hindeute, sondern auch weil es sehr wahrscheinlich sey,

daß sie in den Gebirgen ihres Geburtslandes auf dieses Erz gestoßen seyen. Diese Annahme wird durch die Thatsache bestärkt, daß die Norweger mit der Kunst der Schifffahrt lange vor den andern europäischen Nationen bekannt oder wenigstens weit geübtere Seeleute waren; und aus der Kühnheit, die sie dabei zeigten, mag richtig geschlossen werden, daß ihnen die direktive Kraft des Magnets bekannt war. Es ist jedoch durchaus nicht von Wichtigkeit, ob diese Entdeckung in Europa, Asien oder Afrika gemacht wurde; denn wenn wir auch das Andenken des Entdeckers, falls wir seinen Namen kennten, ehren und vielleicht von ihm als dem „unsterblichen" sprechen wollten, so würde doch sein Ohr taub für unsere Bewunderung seyn und wir würden keinen praktischen Nutzen daraus ziehen.

Das magnetische Eisen oder der Magnet besteht aus dem Protoxyde und dem Peroxyde von Eisen, nebst einer geringen Quantität Kieselerde und Alaun. In den Eisenbergwerken von Schweden und Norwegen kommt dasselbe sehr häufig vor und wird auch in Arabien, China und andern Ländern Asiens gefunden. Die äußere Erscheinung des Erzes ist je nach seiner Zusammensetzung verschieden. Wenn sich zwei oder mehrere Substanzen chemisch mit einander verbinden, so gehen die Eigenschaften und Erscheinungen, welche ihre Individualität bezeichnen, gewöhnlich verloren und die Zusammensetzung trägt einen neuen eigenthümlichen Charakter. Die Erscheinung des magnetischen Eisenerzes wird, wie man zum Voraus anzunehmen berechtigt wäre, durch die verhältnißmäßigen Quantitäten der verschiedenen Mineralstoffe, aus denen es zusammengesetzt ist, bestimmt. Ein praktischer Mineralog wird es jedoch gewöhnlich an seiner dunkelgrauen Farbe und dem eigenthümlichen Glanze erkennen. Alle Eisenerze stehen unter der Gewalt des magnetischen Prinzips. Während aber einige nur seinem Einfluß gehorchen, enthalten andere das Prinzip selbst. Alle eisenhaltigen Substanzen werden durch die magnetische Kraft angezogen, das magnetische Eisenerz aber trägt die Anziehungskraft in sich selbst. Wenn es nur zwei Gattungen von Eisenerz gäbe, ein magnetisches und ein nicht magnetisches, so würde es unmöglich seyn, zu bestimmen, welches das magnetische Princip besitze. Sobald sie in die Sphäre der Anziehung gebracht würden, müßten sich beide gegen einander bewegen. Es ließe sich jedoch auf keine Weise herausfinden, welches das angezogene und welches das anziehende wäre. Kommt jedoch noch ein zweiter Magnet oder ein Stück Eisen dazu, so ist dieß leicht zu bestimmen. Wenn wir das Stück Eisen nehmen und es in die Nähe des Magnets bringen, so wird es augenblicklich angezogen; bringt man es aber in Berührung mit dem unmagnetischen Eisen, so wird keine derartige Kraft in Thätigkeit treten. Wendet man anstatt des Eisenstücks einen Magnet an, so wird sich ein gänz-

lich verschiedener Verlauf der Erscheinungen zeigen. Das nichtmagnetische Erz wird unter allen Umständen durch jenen angezogen werden, in welcher Gestalt derselbe auch erscheinen mag; das magnetische Erz dagegen wird bisweilen angezogen, bisweilen abgestoßen werden, und aus dieser Veränderung der Wirkung läßt sich das magnetische Prinzip erkennen.

Dr. Faraday hat bewiesen, daß, mit Ausnahme von Nickel und Kobalt, Eisen das einzige für den Magnetismus empfängliche Metall ist. Dieses Agens hat jedoch eine elective Kraft und condensirt sich, wenn wir den Ausdruck gebrauchen dürfen, in höherem Maaße in jenem besondern Erz, welches der Magnet genannt wird. Warum es in dieser Verbindung von Stoffen vorzugsweise vor allen andern wohnt, haben die Gelehrten bis jetzt noch nicht zu entscheiden vermocht.

Das bloße Vorhandenseyn eines magnetischen Eisenerzes wäre von geringer Wichtigkeit, wenn sich dasselbe nicht andern Körpern mittheilen ließe. Der Proceß, der erforderlich wäre, um das magnetische Eisenerz in eine Gestalt zu bringen, welche für die Zwecke paßte, zu denen Magnete berufen sind, würde die Kraft selbst zu vernichten drohen, denn sowohl Hitze als Hämmern zerstören den Magnetismus. Allein der natürliche Magnet ist im Stande, seine besondern Eigenschaften dem Eisen und andern eisenhaltigen Substanzen mitzutheilen. Wenn ein kleines Stückchen Stahl, z. B. eine Nähnadel, nur wenige Minuten lang in Berührung mit einem Magnet ist, so wird sie selbst magnetisch werden und sich, wenn man sie im Mittelpunkt ihrer Schwerkraft irgendwo aufsteckt, ebenso nach Norden und Süden richten, wie die Substanz, von der sie ihre Kraft erhalten hat. Stahlstangen können ebenfalls magnetisch gemacht werden, wenn man sie mit einem Magnetstein oder einem künstlichen Magnete reibt. Die besondere leitende Kraft, welche das magnetische Princip besitzt, erleichtert die Forschung sehr, indem das Agens in jedem eisenhaltigen Körper in Thätigkeit gerufen werden kann. Ueber die Natur dieses Processes können wir zwar Vermuthungen aufstellen, aber es hängt mit ihm eine Ungewißheit zusammen, die sich nicht so leicht heben läßt. Es ist nämlich möglich, daß das Agens, aus was es nun auch bestehen mag, in allen eisenhaltigen Körpern existirt, und daß die direktive Kraft aus seiner Ansammlung und Einrichtung entspringt; aber sie kann auch möglicherweise von einer Substanz der andern mitgetheilt werden; eine Annahme, die jedoch nicht sehr wahrscheinlich ist, indem sich aus Einem Magnet hundert machen lassen, und der ursprüngliche Magnet nach diesem Proceß nur noch stärker seyn wird als vorher, — welcher Umstand sich mit der Theorie der Mittheilung nicht vereinigen ließe.

Es gibt jedoch noch eine andere Wirkung, welche die Magnete oder

vielmehr das Agens selbst besonders charakterisirt; nämlich die gegenseitige anziehende und abstoßende Kraft der magnetischen Pole. Dasjenige Ende eines Magnets, welches nach der nördlichen Hemisphäre zeigt, wird der Nordpol des Magnets, das, welches nach der südlichen gerichtet ist, der Südpol desselben genannt. Man darf aber daraus nicht den Schluß ziehen, daß der Nordpol eines Magnets eine Anziehungskraft gegen den Nordpol eines andern habe, denn es findet gerade das Gegentheil Statt: die gleichnamigen Pole stoßen sich ab, die ungleichnamigen ziehen sich an. Wenn wir die Genauigkeit dieses Gesetzes der magnetischen Kraft gegenüber von ihr selbst anerkennen, so folgt daraus, daß wir die Pole der Nadel unrichtig benannt haben. Es ist keinem Zweifel unterworfen, daß die Kraft, welche zwischen einem Magnet und der Erde wirkt, derjenigen ähnlich ist, welche zwischen zwei Magneten geübt wird. Es möchte daher passender seyn, die Namen der Pole umzukehren; denn da nur die ungleichnamigen Pole einander anziehen, so ist derjenige, welcher nach dem Nordpol der Erde gerichtet ist, der Südpol des Kompasses. Aus gewissen Gründen möchte eine Veränderung der Benennungen auch jetzt noch wünschenswerth seyn. Allein ein Wechsel der Nomenclatur hat so mancherlei Ungelegenheiten zur Folge, daß es vortheilhafter erscheint, eine ungenaue Benennung beizubehalten, als durch die Annahme einer bessern die Thatsachen zu verwirren, besonders wenn derartige Ausdrücke unter praktischen Leuten gäng und gäbe sind.

Die hier vorangeschickten Sätze werden uns in den Stand setzen, die Wechselwirkung zu erklären, die zwischen einem Magnet und der Erde stattfindet, und die Veränderungen zu erläutern, denen die direktive Kraft unterworfen ist. Diese Facta werden vielleicht verständlicher erscheinen, wenn wir uns die Erde als einen Magnet, oder vielmehr wenn wir uns einen Magnet in die Erde eingeschoben denken, der von Norden nach Süden reicht und sich in beiden Halbkugeln in einem kleinen Kreise umdreht. Uebrigens müssen wir den Leser hier erinnern, daß diese Hypothese nur um der bessern Erklärung willen aufgestellt wird.

Die Pole eines frei aufgestellten Magnets zeigen nicht nach den Polen der Erdaxe. Daraus mögen wir abnehmen, daß die Pole der Erd-Umdrehung und die Pole des Erdmagnetismus nicht in demselben Punkte zusammenfallen. Dieser Umstand mag die Schiffer, welche den Magnet zuerst zur Bestimmung ihres Laufs über unbekannte Meere verwendeten, zu mancherlei Irrthümern verleitet haben, und die Ungenauigkeiten, die wir oft in ihren Beobachtungen entdecken, lassen sich häufig auf dieselbe Ursache zurückführen. Allein die Abweichung und die Wechsel in der Richtung beeinträchtigen keineswegs den praktischen Nutzen der Magnet-

nadel, wenn sich der Seemann derselben bedient, um durch sie von einer Küste zur anderen über bekannte und unbekannte Meere geleitet zu werden.

Die Anwendung der direktiven Kraft der Magnete hat mehr zur Erweiterung unserer Kenntniß von der Geographie der Erde und dem Zustand ihrer Bewohner, zur Ausdehnung des Handels, zur Beförderung der Manufaktur und zur Civilisirung der Menschen beigetragen, als irgend ein anderes wissenschaftliches Factum. Die Schifffahrt hängt allerdings großentheils von der Astronomie ab. Es läßt sich jedoch kaum denken, wie der Seemann es wagen könnte, über die große Wasserwüste zu fahren, wenn er nicht den Kompaß zum Führer hätte. Ein Himmel, der sich von Tag zu Tag mehr mit einem undurchdringlichen Vorhang bedeckte, würde dem Seemann eine furchtbare Warnung seyn und hinreichen, den begeistertsten Entdeckungstrieb oder Handelseifer zu ersticken. Mit dem Magnet aber ist er beziehungsweise sicher, denn obwohl Elemente existiren, durch welche die direktive Kraft gestört werden kann, so ist der Reisende doch auch im Stande, sich in den Besitz von Mitteln zu setzen, die dieselbe wieder herzustellen vermögen; und es ist ein merkwürdiger Umstand, daß dasselbe Agens, welches zerstört, auch wieder herstellen kann. Es haben sich verschiedene Fälle ereignet, wo Schiffe vom Blitze getroffen wurden, und der Durchgang der Electricität durch die Magnete die Polarität derselben entweder zerstörte oder verkehrte. Selten besitzt der Seemann die Mittel, dieselbe Kraft wieder hinein zu leiten. Der Physiker weiß jedoch, daß der Magnetismus durch den Durchgang der Electricität durch eisenhaltige Stoffe hervorgebracht wird. Solcherlei Zufälle sind freilich keineswegs häufig; ihre Zahl steht in keinem Verhältniß zu dem, was man von dem häufigen Vorkommen electrischer Störungen erwarten könnte und niemals wurde der Entdeckungstrieb durch die Furcht vor Unfällen gehemmt. Im Gegentheil: der Mensch durchwanderte mit dem Kompaß in der Hand Wüsten und Oceane, brachte Civilisation und die Künste des Lebens in höchst unwirthliche und barbarische Länder, und führte jenen Verkehr zwischen den Völkern herbei, der am Ende die größtmöglichen Vortheile für die Gesellschaft im Großen erzeugen muß.

Oft drängt sich uns fast die Ueberzeugung auf, der Erdmagnetismus sey deßhalb geschaffen worden, um die Bemühung des Menschen zur Ausbreitung des wohlthätigen Einflusses der Wissenschaft zu erleichtern und das Gefühl der Wißbegierde zu ermuthigen, das ihn bei all seinen Entschlüssen und Handlungen so sehr leitet. Zu vermuthen ist wenigstens, daß dieß einer der Gründe war, welche, wenn wir voll Ehrfurcht so sprechen dürfen, auf die Schöpferabsicht des Ewigen wirkten. Wir vermögen

jedoch keine Grenze für den Einfluß des magnetischen Princips, wie es sich auf der Erdoberfläche entwickelte, zu bezeichnen.

Die Ansicht, die wir über die materielle Schöpfung zu hegen gewohnt sind, ist so unvollkommen und beschränkt, daß uns alle Erscheinungen derselben gänzlich von einander unabhängig zu seyn scheinen, und das System der Welt uns gleichsam zerrissen und ohne Verbindung vorkommt. Wir sollten unsere theoretischen Ansichten wie Spiegel gebrauchen, nicht sowohl um in dieselben hinein zu sehen, als vielmehr, um durch sie andere Gegenstände zu entdecken. Der Schöpfer muß das Weltall als eine mächtige Individualität betrachten, die ein Zeugniß von seiner Weisheit und Macht gibt. Wir sehen nur einen Theil derselben und sind genöthigt, das, was unter unsere Augen kommt, zu theilen und wieder zu theilen, so daß wir glücklich sind, wenn wir nur die Ursache und die Beziehungen irgend eines, vielleicht unwichtigen Phänomens bestimmen können. Endliche Principien liegen, unserem Glauben nach, ganz außer unserem Bereich; und der einzige Grund, den wir für die Existenz der verwickelten Erscheinungen, die um uns her vorgehen, angeben können, ist der Wille eines allmächtigen Geistes, der die Existenz des animalischen Lebens in einem erfreulichen Zustande erhalten will. Wenn wir aber auf die Ursachen blicken, die zur Hervorbringung dieses Resultats wirken, so müssen wir über die Mittel erstaunen, welche zur Vollendung desselben angewendet wurden. Denn obschon wir sehen, daß sie eigentlich dazu berufen sind, in ihrer Vereinigung ein solches Resultat hervorzubringen, so scheinen sie doch eines gegen das andere zu wirken, ohne daß eine Vermittlung sichtbar wird, gerade wie wenn sie keinen andern Zweck hätten, als ein Zeugniß von der Veränderlichkeit der materiellen Existenz zu geben. Zerstörende und erhaltende Kräfte wirken überall neben einander, und die Entfernung einer einzigen derselben würde eine unauflösliche Verwirrung zur Folge haben.

Polarität und Induction.

Man wußte schon sehr frühe, daß der natürliche Magnet die Eigenschaft habe, sich nach dem Nord= und Südpol der Erde zu richten. Aus den Schriften Plato's geht hervor, daß es den Alten nicht unbekannt war, wie sich dieselbe Kraft allen Körpern mittheilen lasse, welche Eisen enthalten. Zu bezweifeln ist aber, daß sie die Zustände kannten, welche für das Empfangen der magnetischen Kraft am vortheilhaftesten sind. Nunmehr weiß man aber, daß Härte eine zur fortlaufenden Induction wesentlich nothwendige Eigenschaft ist. Weiches Eisen wird durch die bloße Berührung mit einem Magnet stark magnetisirt; in dem Augenblick aber, wo man den Magnet hinwegnimmt, hört die Eigenschaft auf. Auch Stahl

wird unter denselben Umständen magnetisirt; die Ueberleitung geht jedoch weniger schnell vor sich. Dagegen behält der Stahl nach einer langen Berührung die ihm mitgetheilte Eigenschaft für immer bei, und wird ein Magnet.

Abweichungen der Magnetnadel (horizontale Abweichung oder Declination).

Wenn ein Magnet auf eine solche Weise frei aufgesteckt wird, daß er sich in einer horizontalen Richtung bewegen kann, so nimmt er ungefähr die Richtung von Nord und Süd an, und kehrt, wenn er gestört wird, nach wenigen Oscillationen in dieselbe Lage zurück. Es gibt einige Orte, wo er gerade nach dem Nord- und Südpol der Erde zeigt; in fast allen Lagen wendet er sich jedoch mehr oder weniger östlich oder westlich von diesen Polen ab. Diese Veränderung nennt man die Abweichung, Declination des Kompasses, und ihre Größe und Neigung richtet sich nach der geographischen Lage des Ortes, an welchem das Experiment gemacht wird.

Die Abweichung der Magnetnadel wurde erst mehrere Jahrhunderte nach der Entdeckung der direktiven Kraft bekannt. Bis zum Schlusse des 16. Jahrhunderts wurden keine Versuche von Bedeutung angestellt, und doch erscheint es wahrscheinlich, daß das einfache Factum der Abweichung bereits im Jahr 1269 bekannt war. Cavallo hat eines Briefes erwähnt, der von Peter Adsiger unter dem Datum vom 8. August 1269 geschrieben und in dem die Abweichung bereits positiv festgestellt ist: — „Es ist zu bemerken," heißt es darin, „daß der Magnet oder eine Nadel, die an demselben gerieben worden ist, nicht genau nach den Polen zeigt, sondern daß der Theil derselben, der nach Süden gehen soll, ein wenig gegen Westen, und derjenige, welcher nach Norden sieht, eben so viel gegen Osten abweicht. Nach vielfachen Experimenten habe ich gefunden, daß die Summe dieser Abweichung genau fünf Grade beträgt. Diese Abweichung ist jedoch kein Hinderniß für unsere Leitung durch dieselbe, da wir die Nadel selbst ungefähr um $1^1/_2$ Punkte von dem wahren Süden gegen Westen zu abweichen lassen. Ein Punkt enthält dann fünf Grade." — Die Aechtheit dieses Briefs ist bezweifelt worden, und man hat viele Beweisgründe angeführt, die diesen Zweifel rechtfertigen sollten. Allerdings nahm man noch zwei Jahrhunderte nach dieser behaupteten Entdeckung keine Notiz davon, und dieß mag heutiges Tages denen seltsam erscheinen, welche nicht wissen, daß auch in unseren Tagen, wo die Wissenschaft überall begünstigt und mit uneigennützigem Eifer betrieben wird, Entdeckungen nur zu häufig mehr nach dem Reichthum und dem Einfluß des Entdeckers als nach ihrem innern Werthe geschätzt werden. Man hat jedoch einen gewichtigeren Zweifel dagegen angeführt. Man behauptet nämlich, daß, wäre die

Abweichung beobachtet worden, dieselbe zu der genannten Zeit gegen Westen, nicht gegen Osten hätte gerichtet seyn müssen. Dieser Beweis hebt sich aber durch einen andern auf, der übrigens von denselben Personen als entscheidend gegen die Ansprüche des Adsiger auf das Verdienst der Entdeckung betrachtet wurde. Die Instrumente jener Zeit hielt man zur Entdeckung dieses Factums für durchaus ungeeignet; allein wir könnten mit mehr Recht sagen, die Unzulänglichkeit der Mittel habe die irrigen Resultate verschuldet. Wie dem nun auch sey, so verschlägt es jedenfalls für unsere Zwecke nichts, wenn wir die Aechtheit jenes Briefes und die Thatsache für erwiesen annehmen, daß die Abweichung der Magnetnadel schon im dreizehnten Jahrhundert bekannt gewesen sey.

Die Linie, welche alle diejenigen Punkte verbindet, an welchen der Magnet keine Abweichung zeigt, nennt man die Linie der Nichtabweichung oder die L i n i e o h n e A b w e i c h u n g. Diese Linie steht in keiner Beziehung zu jenen großen Kreisen, welche die Geographen Meridiane nennen. Man kann sie von dem nördlichen magnetischen Pol der Erde, den man sich westlich von der Baffins-Bay gelegen denkt, nach den Vereinigten Staaten von Nordamerika ziehen; sie durchschneidet diesen Continent, tritt in den atlantischen Ocean, führt östlich von den westindischen Inseln unter dem Winde nach dem nordöstlichen Theil von Südamerika und über den südatlantischen Ocean in den Südpolarkreis, von wo aus ihr weiterer Lauf unbekannt ist. Man findet sie wieder im Süden von Van-Diemens-Land, von wo aus sie den westlichen Theil des australischen Continentes durchschneidet. Im indischen Archipel theilt sie sich; ein Zweig geht durch das indische Meer nach dem Cap Comorin, durchlauft Hindostan, Persien und den westlichen Theil von Sibirien und tritt in das Nordpolarmeer; der andere Zweig geht durch China, die chinesische Tartarei und den östlichen Theil von Sibirien.

Es ist fast gewiß, daß es in jeder Halbkugel wenigstens zwei magnetische Pole gibt; allein ihre Lage ist nicht genau bekannt. Wenn wir den magnetischen Aequator bestimmen könnten, so würde vielleicht die Berechnung der Lage der Pole weniger Schwierigkeit haben; allein bei dem gegenwärtigen Stand unserer Wissenschaft läßt sich dieß Problem nicht wohl auf eine andere Weise als durch Experimente lösen. Einige Reisende haben Versuche hierüber angestellt. Wer aber die örtlichen Störungen kennt, denen die Nadel unterworfen ist, der muß wissen, daß die Umstände, unter denen die Experimente gemacht wurden, so ungünstig waren, daß wir uns kaum auf ihre Ergebnisse verlassen können.

Die Gelehrten waren lange der Ansicht, die magnetischen Pole liegen auf oder in der Nähe der Oberfläche der Erde; diese Annahme wurde

jedoch später bezweifelt. **Biot** war der Erste, der die Lösung dieser Frage auf den Grund von Berechnungen versuchte, die aus den Beobachtungen hervorgingen, welche an verschiedenen Theilen der Erde über die Declination und Inclination der Magnetnadel angestellt worden waren, und wobei die von Humboldt gelieferten Notizen besonders berücksichtigt wurden. Professor **Kraft** in St. Petersburg stellte dieselbe Untersuchung an, aber beide Gelehrte gelangten zu demselben Gesetz, welches die Ungenauigkeit der ersten Annahme bewies.

Die Declination der Magnetnadel ist gegenwärtig für das ganze westliche Europa nach Westen gerichtet, während sie auf der Ostküste von Amerika östlich ist.

Jährliche Veränderung der Declination.

Die Abweichung der Magnetnadel von der genauen Richtung von Süd nach Norden ist, wie gesagt, schon längst beobachtet und zu erklären versucht worden, obwohl das Letztere noch nicht ganz gelungen ist. Die älteren Physiker schon, welche dieses Phänomen beobachteten, haben Notizen über die Linie der Nichtabweichung, d. h. über diejenigen Orte angelegt, wo die Magnetnadel in genauer Parallele mit dem geographischen oder astronomischen Meridiane nach Süden und nach Norden zeigt, und wenn wir ihre Angaben mit den Ergebnissen der neuesten Beobachtungen vergleichen, so finden wir, daß die letzteren mit den früheren nicht mehr übereinstimmen, sondern daß vielmehr diese Linie der Nichtabweichung, welche im 17. Jahrhundert durch die Mitte von Europa ging, seither eine entschieden westlichere Richtung gezeigt hat. Dieß erläutert namentlich die folgende Thatsache: Im Jahr 1660 ging die Linie der Nichtabweichung durch London, so daß zu dieser Zeit die Nadel direkt nach Norden und Süden gezeigt haben muß. Von dieser Zeit an bewegte sich die Linie der Nichtabweichung bis zum Jahr 1818 gegen Westen, wo die Abweichung in London 24 Grad 30 Minuten betrug. Seit dieser Zeit hat sie einen rückgängigen Zug genommen, so daß sie im Lauf der Jahre wieder nach dem Nord- und Südpol der Erde zeigen und dann eine östliche Richtung annehmen wird. Paris befand sich im Jahr 1664 auf der Linie der Nichtabweichung, und im Jahr 1824 betrug die Abweichung 22 Grad 44 Minuten westlich; zu dieser Zeit oder kurz nachher stieg sie auf ihr Maximum, denn Arago fand, daß sie im Oktober 1829 22 Grad 12 Minuten 5 Sekunden betrug.

Dieser beständige Wechsel in der Abweichung der Magnetnadel ist ein Gegenstand von hoher Wichtigkeit, denn so lange nicht das Maaß des Wechsels genau bestimmt ist, bleibt die Anwendung des Compasses immer einigermaßen unsicher. Eine Abweichung des Direktionspunktes um nur einen halben

Grad würde von ernstlichen Folgen für den Seefahrer seyn. Es müssen einige Jahre darüber hingehen, ehe wir die nöthigen Daten zur Bestimmung des Gesetzes haben, welches die jährliche Veränderung der Abweichung regiert; durch zahlreiche und genaue Beobachtungen, welche in den entsprechenden wissenschaftlichen Werken niedergelegt und zu besserer Uebersicht in Tabellenform gebracht sind, ist dargethan, daß der Betrag der jährlichen Veränderung seit Anfang des 18. Jahrhunderts beständig abgenommen hat. Von 1622 bis 1773 betrug derselbe nur 8 Minuten; von 1787 bis 1795 betrug er 5 Minuten; von dieser Zeit bis 1802 nur 4 Minuten 2 Sekunden; im Jahr 1818 ward er auf Null zurückgeführt. Das Gesetz, welches diese Veränderungen regiert, wird sich bestimmen lassen, sobald eine noch ausgedehntere Reihe von Beobachtungen angestellt worden ist.

Tägliche Veränderung in der Abweichung.

Der Magnet ist ebensowohl einer täglichen als einer jährlichen Veränderung der Abweichung unterworfen. Dieß entdeckte 1772 Graham; die größte westliche Abweichung findet seiner Annahme nach gegen Mittag und in den vier folgenden Stunden, die kleinste gegen 7 Uhr Abends statt. Andere Physiker haben nachher genauere Beobachtungen angestellt und man fand die Bewegung weit complicirter, als man anfänglich gedacht hatte. Beginnt man die Beobachtungen gegen 7 oder 7½ Uhr Morgens, so bemerkt man an der Nadel eine leichte Bewegung nach Westen, die bis 2 Uhr Nachmittags andauert. Die Richtung der Bewegung ändert sich sodann, die Nadel geht langsam zurück und kommt bis Abend wieder nach Osten. Hierauf schlägt sie wieder eine westliche Richtung ein und kehrt während der Nacht oder früh am Morgen wieder zurück. Das Maximum ihrer östlichen Richtung findet gegen 7 Uhr Morgens Statt. Diese tägliche Veränderung in der Abweichung beläuft sich in einigen Perioden des Jahrs auf 14 bis 15 Minuten, und ist im Sommer größer als in den Wintermonaten; es ist noch nicht entschieden, in welchem Monat sie am größten ist; doch nimmt man hiefür gewöhnlich die Monate Juni und August an.

Seit man die tägliche Veränderung der Abweichung entdeckt hat, waren die meisten Gelehrten der Ansicht, ihr Ursprung rühre von der Wirkung der Sonnenwärme her. Aber erst seit Oersted's denkwürdigen Experimenten über den Einfluß der Volta'schen Ströme auf die Magnetnadel, und seit Sebeck's Entdeckung von dem Einfluß der Wärme auf die Induction electrischer Kräfte hat, sich eine begründete Theorie der magnetischen Thätigkeit und der daraus entspringenden Phänomene gebildet. Wir werden später noch auf den Ursprung des Erdmagnetismus zurückkommen. Vor der Hand soll daher nur die tägliche Abweichung der Gegenstand

unserer Aufmerksamkeit seyn. Wenn die ungleiche Vertheilung der Wärme durch metallische Körper die Entwicklung electrischer Ströme verursachen kann, so muß die Erde — welche ebensowohl metallische als andere Substanzen enthält und in Folge ihrer täglichen und jährlichen Umdrehung einem beständigen Wechsel der Temperatur unterworfen ist — stets in ungleicher electrischer Beschaffenheit seyn und electrische Strömungen von verschiedener Stärke und Natur durch ihre mineralische Decke leiten. Die oberflächliche Erdrinde läßt sich in der That als ein großer thermo-electrischer Apparat betrachten, und in ihrem Einfluß müssen wir die tägliche Störung der Magnetnadel suchen. Der englische Physiker Christie sagt aus Veranlassung einer Reihe von Experimenten, die er über diesen Gegenstand anstellte: „Hieraus zog ich den Schluß, es müßten sich, da ein Theil der Erde mit seiner Atmosphäre mehr erwärmt ist als der andere, auf jeder Seite des Aequators zwei magnetische Pole oder vielmehr zwei electrische Strömungen bilden, deren Wirkungen sich auf solche Pole beziehen ließen, weil ungleichnamige Pole auf der entgegengesetzten Seite des Aequators einander gegenüberstehen; ich schloß ferner, diese Pole werden, da verschiedene Punkte im Erdäquator nach und nach den höchsten Wärmegrad erreichen, um die Erdaxe bewegt, und hiedurch nothwendig eine Abweichung in der horizontalen Nadel herbeigeführt. Als ich durch Versuche die Wirkungen, welche aus der Umdrehung solcher Pole entstünden, mit der täglichen Abweichung für London, wie sie Canton und Beaufoy beobachtet hatten, sowie mit denjenigen Veränderungen, welche Lieutenant Hood in Fort Enterprise, und endlich der verstorbene Capitän Forster zu Port Bowen beobachtet hatte, verglich, fand ich eine große Uebereinstimmung aller dieser Fälle in dem allgemeinen Charakter der Phänomene, und nur in einzelnen Fällen einen geringen Unterschied zwischen den Zeiten der größten östlichen und westlichen Abweichung. Von diesem Gesichtspunkte aus erklärte sich mir die doppelte Oscillation der Nadel deutlich. Einige von mir angestellte Experimente zeigten, daß, wenn man Wärme auf eine Kugel wirken ließ, die dadurch hervorgerufenen electrischen Strömungen von der Art waren, daß auf entgegengesetzten Seiten des Aequators die Abweichungen der mit der geographischen Breite gleichnamigen Nadelspitze zu derselben Zeit immer in derselben Richtung, entweder beide gegen Osten oder beide gegen Westen, stattfanden.“ — Auf die tägliche Abweichung wirken besonders örtliche Ursachen, wie der Zustand der Witterung und besonders der Wärmegrad; ein Umstand, der die Annahme, als werde die Declination von jenen electrischen Strömungen beherrscht, welche durch die Thätigkeit ungleicher Wärmeströme hervorgerufen werden, bedeutend bestärkt.

Saussure machte seiner Zeit auf dem Col du Géant in einer Höhe von etwa 11,300 Fuß über der Meeresfläche eine Reihe von Experimenten, welche den Zweck hatten, den Einfluß der Höhe auf die tägliche Veränderung der Abweichung zu bestimmen. Bei einer Vergleichung des Resultats dieser Beobachtungen mit denen, die er zu Chamouny und Genf erhielt, entdeckte er, daß die Höhe eines Ortes nur geringen Einfluß auf die Veränderung ausübt, indem der Verlauf der täglichen Störung an allen drei Orten derselbe war, und nur die Zeiten der kleinsten und größten Abweichungen auf dem Col du Géant später als in Chamouny oder Genf eintrafen.

Inclination oder senkrechte Abweichung der Magnetnadel.

Die Magnetnadel hat aber nicht bloß jene horizontale Abweichung, welche man Declination nennt, sondern auch eine senkrechte. Im Compaß und der Boussole ist die Magnetnadel so aufgehängt, daß sie sich nur um eine vertikale Axe drehen, also in einer horizontalen Ebene bewegen kann. Hängt man die Magnetnadel aber in ihrem Schwerpunkte selbst auf, so bleibt sie nicht mehr wagerecht stehen, sondern neigt sich nach der einen Seite, und macht also einen Winkel mit der horizontalen Nadel, welchen man die Inclination nennt. Die Instrumente, wodurch man dieß bestimmt, nennt man Inclinatorien oder Inclinations-Boussolen. Die Größe der Inclination, d. h. die Senkung ihrer einen Spitze gegen den Horizont, nimmt immer mehr zu, je weiter man nach Norden kommt, wie die später angeführten Beispiele zeigen werden.

Die Entdeckung der Inclination rührt von einem Deutschen her, Georg Hartmann, welcher um 1543 Vikar zu St. Sebald in Nürnberg war. Das Inclinatorium erfand ein Engländer, Namens Robert Norman, um's Jahr 1576, und bestimmte damit die Inclination für London auf 71° 50'. Norman kannte zwar die Thatsache, daß die Inclination der Magnetnadel je nach der geographischen Lage des Ortes wechselt, wo die Nadel aufgehängt ist, wußte sich jedoch den Grund nicht zu erklären, während dieß unserem Landsmanne Hartmann gelang, welcher auch das Gesetz entdeckte, daß gleichnamige magnetische Polaritäten sich abstoßen, ungleichnamige aber sich anziehen.

Wir haben bereits oben des Erfahrungssatzes Erwähnung gethan, daß die Inclination im Allgemeinen vom Aequator nach den Polen hin zunimmt. Wären die Pole der Erdaxe zugleich die magnetischen Pole, so würde dieß vollkommen wahr und der Magnet am Aequator horizontal seyn, während er an den Polen vertikal wäre. Da aber die Erdpole und die magnetischen Pole nicht zusammen fallen, so kann dieß auch beim Erdäquator und dem magnetischen Aequator nicht stattfinden.

Die Inclination läßt sich leicht anschaulich machen, wenn man eine kleine Magnetnadel über einem großen Quermagnet befestigt. Wenn der Mittelpunkt jener genau über dem Centrum des Magnets liegt, so wird sie horizontal seyn und weder nach dem einen noch nach dem andern Pol eine Neigung zeigen. Sobald sie aber von diesem Punkte entfernt und gegen das eine oder andere Ende gerückt wird, so wird man die Neigung bemerken; und käme sie über den Pol selbst zu stehen, so würde sie, wenn keine andere Kräfte dagegen wirkten, vollkommen vertikal seyn. Dieselben Erscheinungen nun nimmt man an der Oberfläche der Erde wahr; denn diese wirkt gleichsam als Magnet, und es gibt auf derselben eine Linie, den magnetischen Aequator, auf welcher die Magnetnadel keine Inclination zeigt. Dagegen gibt es aber auch Punkte in beiden Halbkugeln, wo dieselbe vertikal ist. Der magnetische Aequator ist kein genauer Kreis um die Erdkugel, denn er tritt zwar nördlich oder südlich vom Erdäquator nie mehr als um 15 oder 16 Grad zurück, allein er schneidet diesen Aequator doch wenigstens an 4 Punkten. Capitän Duperry hat auf seiner Reise um die Welt, die im Jahr 1822 begonnen und 1825 vollendet wurde, mehrmals den magnetischen Aequator passirt und die Resultate seiner Beobachtungen in den Annales de Chimie et de Physique niedergelegt. Der Knoten des magnetischen Aequators oder der Punkt, wo er den Aequator der Erde durchschneidet, befindet sich in der Nähe der Insel St. Thomas, etwa 3 Grad 20 Minuten östlich von dem Meridian von Paris*). Von diesem Punkt zieht er sich stark gegen Nordost und durchschneidet das afrikanische Festland, läuft eine kurze Strecke in einer Linie fort, die beinahe parallel mit dem Aequator lauft, senkt sich aber dann allmählig, geht durch den Süden von Hindostan, berührt das nördliche Ende der Insel Ceylon und bildet eine unregelmäßige Linie, die durch Malacca und den nördlichen Theil der Insel Borneo nach dem Süden der Carolinen-Inseln geht. Etwa 174 Grad östlich von Paris durchschneidet er wieder den Aequator und bildet einen kleinen Winkel, bis er etwa auf 100 Grad westlich vor Paris ankommt, wo er dann einen excentrischen Lauf durch Südamerika nimmt und an einigen Punkten eine Entfernung von 16 Grad von demselben hat. Sodann geht er in einer unregelmäßigen Linie durch den atlantischen Ocean nach der Insel St. Thomas. In Betreff seines

*) Bekanntlich rechnen die Franzosen bei Längebestimmungen nach dem Meridiane von Paris, die Deutschen und andere Nationen nach dem Meridiane von Ferro, einer der canarischen Inseln, die Engländer und nach ihnen alle seefahrenden Nationen (mit Ausnahme der Franzosen) nach dem Meridian von Greenwich, der Hauptsternwarte Englands. Der Meridian von Ferro wird gewöhnlich 20° westlich von Paris angenommen, obwohl die wahre Entfernung der westlichsten Spitze dieser Insel 20° 32′ 9″ von Paris liegt. Der Meridian von Greenwich liegt 2° 20′ 24″ westlich von Paris.

Durchgangs durch den Stillen Ocean ist man auf einen seltsamen Umstand gestoßen: unter 113 Grad 4 Minuten westlicher Länge durchschneidet der magnetische Aequator den Aequator der Erde, und unter 156 Grad 30 Minuten westlicher Länge von Paris hat man ihn in einiger Entfernung südlich vom Aequator wahrgenommen; aber im chinesischen Meer bei 160 Grad östlicher Länge befindet er sich nördlich von dem Aequator und muß denselben daher an irgend einem Punkt zwischen diesen zwei Stellen durchschnitten haben. Man kann daher sagen, in drei Punkten durchschneide der magnetische Aequator den Erdäquator; und es liegt eine starke Wahrscheinlichkeit vor, daß es ihrer noch mehrere gebe.

Die Inclination ist jedoch eben so gut der Veränderung unterworfen, wie die weiter oben besprochene Abweichung. Als Norman im Jahr 1576 seinen Versuch machte, betrug die Inclination für London 71° 50′. Im Jahr 1828 berechnete sie Capitän Sabine auf 69° 47′, und im November 1830 wurde sie zu Woolwich von Capitän Segelcke gemessen und zu 69° 38′ erfunden. Der magnetische Aequator ist daher keine bestimmte Linie, sondern ändert sich mit der Lage der magnetischen Pole. Den Experimenten des Capitäns Sabine zufolge hat die Inclination während der letzten 50 Jahre ungefähr um 3 Minuten jährlich abgenommen. Ebenso hat die Inclination für Paris sich vom Jahre 1671 bis 1835 von 75° auf 67° 24′ verändert.

Wie wesentlich die möglichst genaue Vertrautheit des Physikers mit diesen Thatsachen, namentlich im Hinblick auf die Schifffahrt, ferner auf die Astronomie und den Bergbau ist, bedarf wohl kaum der Erwähnung. — Der Neigungswinkel der Magnetnadel beträgt für die geographische Breite von Deutschland etwa 67—68°. Es ist ein Punkt, auf der nördlichen, wie auf der südlichen Hemisphäre, wo die Magnetnadel senkrecht auf die Erdoberfläche trifft, und dieser Punkt der nördlichen Halbkugel wurde im Jahr 1831, bei der Nordpolreise des Capitäns John Roß, von dessen Neffen James Roß unter 70° 5′ nördlicher Breite und 280° 54′ östlicher Länge erreicht.

Mancherlei Gegenstände von hohem Interesse knüpfen sich an den Erd-Magnetismus. Wir können jedoch in dieser oberflächlichen Skizze ihrer nicht einmal Erwähnung thun, sondern müssen das Kapitel mit einer Aufzählung derjenigen Ansichten schließen, welche über den Ursprung des Erdmagnetismus aufgestellt worden sind.

Ursprung des Erdmagnetismus.

Unter dem sogenannten Erdmagnetismus versteht man die Kraft, aus welcher jene vorerwähnten Phänomene der horizontalen und vertikalen Abweichung und noch einige andere, z. B. das Nordlicht &c., entspringen, und

welche uns gewissermaßen überzeugen wollen, daß die ganze Erdkugel selbst ein zwar großer, dabei aber ziemlich schwacher Magnet sey. Ueber die Ursache dieser Eigenschaft weiß man wenig Gewisses, und die Vermuthungen und Ansichten der Gelehrten sind hierüber sehr getheilt. Der berühmte englische Physiker Gilbert glaubt, die Erde wirke als Selbstmagnet auf die Nadel und die Richtung des Magnets sey von der magnetischen Kraft der Erde bedingt. Diejenige Spitze der Nadel, welche nach dem Nordpol der Erde zeigt, nannte er den Südpol des Magnets, dasjenige, welches nach dem Süden zeigt, den Nordpol. Obwohl die Namen der Pole seitdem verändert wurden, so sind sie doch von Gilbert ganz richtig bezeichnet worden, und die Namen, unter denen sie gegenwärtig bekannt sind, widersprechen dem anerkannten Grundsatz, daß gleichnamige Pole einander abstoßen. Halley suchte die Declination oder Inclinatian durch die Existenz von vier magnetischen Polen der Erde zu erklären, von welchen er in jeder Halbkugel zwei annahm. Den einen in der nördlichen Halbkugel vermuthete er etwa in einer Entfernung von 7 Grad vom Erdpol, unter dem Meridian von Lands-End; den andern etwa 15 Grad vom Pol unter dem Meridian von Kalifornien. Den einen der Südpole nahm er etwa 16 Grad vom Erdpol der südlichen Halbkugel an, unter einem Meridian, der etwa 20 Grad westlich von der Magellansstraße lag. Den andern, welchen Halley für den mächtigsten der vier hielt, vermuthete er etwa 20 Grad vom Pol der Erde und unter 120 Grad östlicher Länge. Ein Pol in jeder Hemisphäre sollte nach dieser Theorie binnen eines Zeitraums von etwa 700 Jahren sich um die magnetische Axe drehen.

Hansteen in Copenhagen nahm Halley's Hypothese wenigstens in so weit an, als er die Existenz von vier magnetischen Polen zugab, dabei aber der Ansicht war, daß alle in Bewegung seyen, und die nördlichen Pole eine Umdrehung von Westen nach Osten, die südlichen von Osten nach Westen haben. Diese Theorie erklärt mancherlei Erscheinungen und hat bei den Gelehrten aller Länder vielen Anklang erfahren.

Ueber die Ursache dieser Rotations-Bewegung der magnetischen Axe sind mancherlei Vermuthungen aufgestellt worden. Einige Schriftsteller haben sie der allmähligen Oxydation der Metalle, andere der Kälte und wieder andere der Electricität zugeschrieben. Die Aufmerksamkeit aller Beobachter ist jedoch gegenwärtig der Anwendung jener wundervollen Entdeckungen zugewendet, welche bezüglich der Verhältnisse und Wirkungen der electro-magnetischen Thätigkeit gemacht wurden, und man glaubt die Zeit nicht mehr ferne, wo die Ursache des Magnetismus vollkommen begriffen und seine Erscheinungen genau bestimmt werden können.

Achtes Kapitel.

Das Innere der Erde.

Geologische Theorieen. — Die Erdrinde. — Allgemeine Bemerkungen. — Die Lagerung der Felsarten. — Schichtung des Gesteins. — Spaltung der Felsen. — Unterbrochene Schichten. — Erhebung und Einsenkung der Schichten. — Klassifikation der geschichteten Gesteinarten. — Ungeschichtetes Gestein. — Granitfelsen. — Basaltfelsen. — Granit- und Basaltadern. — Metallische Adern. — Kohlenlager. — Organische Reste urweltlicher Wesen. — Versteinerungen von Amphibien und Säugethieren. — Diluvianische Einwirkung. — Oberflächlicher Kies. — Rollsteine und erratische Blöcke. — Knochenhöhlen — Bildung der Thäler. — Temperatur des Innern der Erde. — Vulkane. — Vulkanische Inseln. — Erdbeben. — Warme Quellen. — Ursprung der vulkanischen Thätigkeit.

Wenn wir die Tiefe des tiefsten Bergwerkes (z. B. des Kohlenbergwerkes bei Monkwearmouth), addirt mit der Höhe des höchsten Berges, gegen den Halbmesser der Erde halten, so wird uns die fast buchstäbliche Wahrheit entgegentreten, daß wir die Beschaffenheit und Zusammensetzung ihres Innern noch nicht im Mindesten, sondern nur eine unverhältnißmäßig dünne Rinde der Erdfeste kennen. Merkwürdig ist jedoch, daß man gerade mit so geringen Forschungsmitteln so viel Bestimmtes herausgebracht hat, was aller Wahrscheinlichkeit nach der Wahrheit nahe verwandt, wo nicht die Wahrheit selbst ist. Einige geniale Köpfe begannen die Forschung, und obschon die praktischen Erforschungen einige Zeit lang durch phantastische Theorieen, die man nacheinander aufbaute, gehemmt wurden, sind jetzt doch Thatsachen erhoben worden, welche den Geologen in Stand setzen, die allmähligen Veränderungen zu verfolgen, welche die Erde erlitten hat, und die Ursachen zu erklären, wodurch sie hervorgebracht wurden.

Seit den frühesten Zeiten haben die Menschen einander die Frage gestellt: aus was ist das Innere der Erde zusammengesetzt, und welches

sind die Erscheinungen, die es darbietet? In Ermanglung einer Belehrung hierüber haben sie seltsame Vermuthungen als wahr aufgestellt und angenommen, und diese ihre Meinungen so hartnäckig behauptet, wie wenn sie auf die genauesten Beobachtungen gegründet oder von den unläugbarsten Grundsätzen hergeleitet wären. Schon in der Kindheit der Geologie als Wissenschaft traten zwei entgegengesetzte Theorieen, die neptunistische und plutonische, auf, und jede hat noch jetzt ihre Vertheidiger; die eine schreibt die Bildung des Gesteins der Thätigkeit des Wassers, die andere dem Feuer zu. Es ist jedoch jetzt so ziemlich außer Zweifel, daß diese beiden Kräfte bei Bildung des gegenwärtigen Zustandes der Erde thätig waren, und die entschiedensten Anhänger der Werner'schen Lehren geben allmählig die bestrittenen Sätze ihrer Theorie auf und gestehen zu, daß auch die Hitze einige geologische Wirkungen hervorgebracht haben möge.

Es dürfte Verwunderung erregen, daß es dem Geologen gelungen seyn sollte, durch direkte Beobachtung irgend erhebliche Thatsachen in Betreff der Felsarten festzustellen, welche das Gerippe unserer Erdfeste bilden. Hätte er seine ganze Belehrung hierüber nur auf die Ausgrabungen des Bergmannes stützen müssen, so hätte sich seine Kenntniß auf die wenigen Schichten, die an der Oberfläche liegen, beschränkt. Allein alle Gebirgsarten haben mehr oder weniger eine Niveau-Veränderung erlitten, und viele von den ältesten, d. h. von denen, die am tiefsten liegen, sind über oder durch die darauf liegenden Lager erhoben und so der Beobachtung bloßgelegt worden. Der Geolog braucht daher nur die Oberfläche der Erde zu untersuchen, um dort auf Felsarten stoßen, die er nur in dem Innern hätte finden können, wenn sie nicht durch eine unterirdische Hebekraft aus ihrer ursprünglichen Lage gestoßen worden wären.

Allein der Forscher wird sich nicht mit einer Kenntniß von der Lage und dem Charakter des Gesteins begnügen; er wird vielmehr auch erfahren wollen, was unter demselben ist. Und wie sehr sich der Leser auch für einen Laien in der Geologie halten mag, so wird er doch aus dem Folgenden ersehen, daß die Ansichten, welche sich hierüber gebildet haben, nicht lauter Muthmaßungen sind. Der Gegenstand des vorliegenden Kapitels wird unserer Ansicht nach sich am klarsten darstellen, wenn wir zuerst die Beschaffenheit des oberflächlichen Gesteins oder der Erdrinde betrachten, und sodann den großen Raum unter derselben, den man das Innere der Erde nennt, erforschen.

Die Erdrinde.

Derjenige Theil des Erdinnern, welcher für unsere Forschung zugänglich ist, wurde sehr passend die Rinde derselben genannt. Er ist

allerdings nur die Rinde, wenn wir seine Dicke mit dem Halbmesser der Erde vergleichen; und dieß wird noch in einem andern Sinne als wahr erscheinen, wenn wir über die innere Hitze der Erde und die Abkühlung ihrer Oberfläche genauer unterrichtet sind.

Jedermann weiß, daß die Mineralmassen an der Oberfläche der Erde durch große Verschiedenheiten in Betreff ihres äußern Charakters und ihrer chemischen Zusammensetzung sich unterscheiden. Am einen Orte finden wir Granit, an dem andern ein Gestein, das die Spuren einer Schmelzung durch Feuer an sich trägt; an einem dritten Sandstein, an einem vierten Thon, und diese alle können auf einem äußerst kleinen Raum vorkommen. Der Beobachter wird zuerst zu ermitteln suchen, ob sie irgend eine beständige Verwandtschaft zu einander haben, und sich ferner einige allgemeine Abtheilungen zu bilden streben, die ihn bei Vergleichung des Gesteins eines Orts mit einem derselben Art, das an einem andern vorkommen kann, leiten mögen. Nun gibt es zwei große Gesteinklassen: die primitiven oder Urgesteine, welche aus feurigen und krystallinischen Massen bestehen und gewöhnlich an der Grundlage der Schichten gefunden werden, und die secundären, welche diejenigen Mineralkörper umfassen, die durch die Ueberführung oder Niederschlag der mittels verschiedener Ursachen angehäuften Mineralstoffe gebildet wurden.

Ohne uns in eine weitläufigere Beschreibung der Gesteinarten oder ihrer Uebereinanderlagerung einzulassen, wollen wir nur einige Sätze aufstellen, welche aus der Erscheinung und Beschaffenheit der Mineralmassen abgeleitet werden können, und zugleich den Proceß des Beweises angeben, durch welchen diese Sätze erhoben wurden. Der Leser wird so eine allgemeine Kenntniß über die Art und Weise erhalten, in welcher die Geologen die physische Geschichte der Erde darstellen, während er sich zugleich über das Resultat ihrer Forschungen belehrt.

1) Die Ursachen, welche noch jetzt zur Zerstörung und Bildung des Gesteins beitragen, müssen dieselben Wirkungen von dem Augenblick an geäußert haben, wo sie ins Daseyn traten; wenn daher zwei Steinarten in ihrer mineralogischen Zusammensetzung und Natur als identisch erfunden werden, so ist man anzunehmen berechtigt, daß sie durch dieselbe Ursache hervorgebracht worden seyen, welche übrigens in der einen Periode thätiger oder anhaltender gewesen seyn kann, als in einer andern. Daß sich noch heutiges Tages Gestein bildet, dafür liegen zahlreiche Beweise vor. Die Bette der Flüsse und Meere empfangen beständig die durch die Thätigkeit des Wassers auf der Oberfläche des Gesteins abgeriebenen Theile; Quellen lagern an vielen Stellen große Quantitäten kalkartiger und anderer Materie ab, und Vulkane gießen ungeheure Lavaströme über

bedeutende Strecken aus. Man findet aber in der Zusammensetzung der Erdrinde Gesteinarten, welche eine nahe Verwandtschaft mit diesen haben, und daraus läßt sich folgern, daß die Ursachen, welche gegenwärtig bei Bildung des Gesteins thätig sind, auch jene alten Massen hervorgebracht haben, die das Gerippe unserer Erdfeste bilden.

2) Die Bildung der Erdrinde muß eine beträchtliche Zeit erfordert haben, selbst wenn wir annehmen, daß die erzeugenden Thätigkeiten in der Vollendung ihrer Wirkungen damals rascher waren, als sie es heutiges Tages sind. Beinahe alle Mineralmassen, die zu unserer Kenntniß gelangen, sind geschichtet, und wurden offenbar mittels Wassers gebildet, und zwar einige durch die mechanische Gewalt, die dieses durch Weiterführung loser Trümmer des früher vorhandenen Gesteins ausübt, andere durch Niederschlagsproceß. Diese geschichteten Gebirgsarten sind ungemein zahlreich, und die Einen haben nur einige Zoll, die Andern dagegen viele hundert Fuß Durchmesser, — ein deutlicher Beweis, daß ihre Formation einen beträchtlichen Zeitraum erfordert haben muß.

3) Die Umstände, unter denen sich eine Schichte bildete, sowie — wenigstens in einzelnen Fällen — die physikalische Beschaffenheit der Erde zu gewissen geologischen Perioden, lassen sich durch eine Prüfung des Gesteins bestimmen. Viele geschichtete Gebirgsarten enthalten die Ueberreste von Thieren und Pflanzen, welche zur Zeit der Ablagerung lebten. Diese mögen im Allgemeinen als Zeugnisse für die Umstände, unter denen sich das Bett bildete, und die Beschaffenheit der Erde zu jener Zeit dienen. Hie und da findet man die organischen Ueberreste in einem zerbrochenen und beinahe zerriebenen Zustande, was beweist, daß die Katastrophe, in der sie eingeschichtet wurden, eine heftige und vielleicht sehr lange war. An andern Orten haben sich die feinsten Gerippe von Schalthieren erhalten, und man hat Pflanzen in Lagen gefunden, welche den Beobachter auf die Vermuthung führen, daß sie ohne Gewaltsanstrengung dort eingeschichtet worden seyen. Auch aus der Prüfung der Versteinerungen selbst läßt sich einige Belehrung ziehen; denn während die einen Lager Ueberreste von Thieren enthalten, die anerkanntermaßen in süßem Wasser existirten, sind andere mit den Ueberresten von Thieren angefüllt, die im Ocean lebten. Wenn wir nun annehmen, daß die Gewohnheiten derjenigen Thiere, deren Ueberreste in dem geschichteten Gestein gefunden werden, den jetzt existirenden Typen derselben Arten und Geschlechter ähnlich gewesen seyen, so kann der Geolog das fossilienhaltige Gestein unter die zwei Rubriken: Süßwassergestein und Salzwassergestein, bringen. Diese Beweisart wurde vielleicht in vielen Fällen ziemlich nachlässig und nur auf den Grund des Vorhandenseyns einiger weniger Gattungen angewendet. Wenn aber die

Ueberreste im Allgemeinen einen Charakter tragen, der den Beobachter in der Annahme bestärkt, daß Thiere in dem Wasser gelebt haben, aus dem sich die mineralische Materie, die jetzt das Gestein bildet, ablagerte, so wird er ohne Mühe die Frage entscheiden können, ob sich das Lager in einem Meer, einem Flusse oder einem Binnensee gebildet habe. Es gibt viele Thiere, von denen man weiß, daß sie entweder in süßem oder salzigem Wasser existiren, und es gibt wieder viele andere, welche an eine Veränderung des Wohnorts gewöhnt werden können. Es ist zu hoffen, daß diesem Gegenstand künftig eine sorgfältigere Aufmerksamkeit gewidmet werden wird, als dieß bisher und besonders von Agassiz geschah; denn es läßt sich nicht mit Genauigkeit bestimmen, in wie weit man sich unter gewissen Umständen auf die angeführten Deduktionen verlassen darf, bis erst ermittelt ist, ob Thiere, welche in süßem oder Salzwasser wohnten, nicht durch einen allmähligen Proceß befähigt werden konnten, in einem Medium zu leben, in dem sie bei einem plötzlichen Uebergang nicht hätten existiren können, oder ob sie nicht dieses Medium am Ende gar dem andern vorziehen. Welches aber auch das Resultat einer solchen Forschung seyn mag, so ist es offenbar unklug, sich eine Ansicht über eine Ablagerung aus dem bloßen Vorhandenseyn etlicher See- oder Süßwasserschalthiere zu bilden, da dieselben ja durch eine örtliche Ursache in die Lage gebracht worden seyn konnten, in der wir sie finden, oder einen bestimmten Aufenthalt in dem Fluidum gehabt haben mögen, durch welches das Bett selbst abgelagert wurde.

Das Vorhandenseyn organischer Ueberreste im Gestein setzt den Geologen auch in Stand, den gegenwärtigen Zustand der Erde, so weit sich derselbe auf die Vorkehrungen und Mittel zur Erhaltung des Lebens bezieht, mit ihrer wahrscheinlichen Beschaffenheit in den Perioden zu vergleichen, wo sich die aufeinander folgenden Schichten bildeten. Wenn wir ferner annehmen, daß die Gewohnheiten der Thiere damals dieselben waren, wie sie es heutzutage sind, so wird der Naturforscher alsbald die Bedingungen bestimmen können, die existirt haben müssen, um die Erhaltung derselben möglich zu machen. Allein viele von den Thieren, deren Ueberreste in den verschiedenen Mineralmassen eingeschichtet gefunden wurden, sind nun erloschen, so weit sich wenigstens unsere Kenntniß von den vorhandenen Geschlechtern erstreckt. Die Amphibien scheinen zu einer gewissen Periode eine große Uebermacht über alle andern Kreaturen besessen zu haben, und viele derselben müssen Formen und Gewohnheiten gehabt haben, die von denen sehr verschieden waren, welche man jetzt bei Thieren derselben Klasse findet.

Wenn wir diejenigen Thierklassen betrachten, die bei den Naturforschern unter dem Namen Mollusken und Conchiferen bekannt sind, so werden wir

finden, daß viele Geschlechter und Arten durch die zerstörende Hand der Zeit vertilgt worden sind. Einige Geschlechter haben in ungeheurer Anzahl existirt, wie dieß die Menge der im Gestein erhaltenen Thiere genügend beweist. Den Vernichtungsproceß nachzuweisen, der so viele Wesenformen von der Oberfläche der Erde vertilgt hat, würde eine sehr schwierige Aufgabe seyn. Es gibt jedoch, unabhängig von der zerstörenden Thätigkeit des Menschen, noch heutiges Tages Ursachen, welche darauf zielen, die Anzahl gewisser Arten zu vermindern, und Thiere, von denen man weiß, daß sie noch vor wenigen Jahren existirten, werden nun nicht mehr gefunden. Viele Thiere sind in Oertlichkeiten vertheilt, die häufig eine geringe Ausdehnung haben, und jede heftige physikalische Ursache, welche auf diese Orte wirkt, kann die ganze Raçe vernichten. Australien scheint eine ganz eigenthümliche Klasse von Thieren zu haben, und sollte es jemals in einer späteren Periode eine Umwälzung, die an Stärke denjenigen ähnlich wäre, welche gewöhnlich während der Ablagerung des Gesteins Statt fanden, erleiden, und in Folge derselben überschwemmt werden, so würde nothwendigerweise eine große Anzahl dieser Thiere zu Grunde gehen, während eine gleichzeitige Erhebung des Meerufers ebenso verderblich für diejenigen wäre, welche den Ocean bewohnen.

Der Geologe kann sich also durch den mineralogischen Bau des Bettes selbst über die Umstände unterrichten, unter denen eine Ablagerung Statt fand. Der Kies (Gruß) muß die Wirkung einer ungestümen Bewegung des Wassers seyn. Er besteht aus Stücken, die von festem (anstehendem) Gestein abgebrochen wurden; einige derselben sind abgerundet, was nur durch eine rollende Bewegung bewirkt werden konnte, die ihnen ein starker Strom oder Fluß mittheilen mochte. Wir dürfen daher immer die Existenz der Kieselsteine dem Wasser zuschreiben. In diesen Kiesbetten finden wir diejenigen Versteinerungen, welche das abgelagerte und untereinander gemischte Gestein charakterisiren, und erkennen daraus, daß die Kraft, welche sie hervorbrachte, über einen bedeutenden Distrikt gewirkt haben muß. Findet man Lager von Thon und Kalkstein, so beweist dieß dem Beobachter eine sanftere, aller Wahrscheinlichkeit nach aber länger andauernde Wasserbewegung, die entweder von Flüssen oder von Quellen ausgeht.

4) Aus dem Charakter der in dem Gestein gefundenen animalischen und vegetabilischen Ueberreste schließen die Geologen, daß seit der Ablagerung derselben die Temperatur der Oberfläche eine Veränderung erlitten haben müsse. Die Pflanzen, welche man in den Kohlenlagern, selbst in denen von England, gefunden hat, tragen einen tropischen Charakter und müssen in heißen und feuchten Klimaten und zwar unter einer Temperatur gewachsen seyn, die derjenigen der Aequatorialgegenden nicht nachstand.

Ihr Vorkommen in kalten nördlichen Klimaten wird nach zweierlei Hypothesen erklärt: entweder wurden sie durch das Meer nach ihren gegenwärtigen Stätten getrieben, was ohne Zerstörung ihres Baues geschehen konnte, vorausgesetzt, daß der Druck eines bedeutenden Wasserkörpers auf sie einwirkte; oder sie wuchsen in den Gegenden, wo man sie jetzt findet. Ebenso darf man annehmen, daß die Thiere, deren Ueberreste man in einem Gestein findet, in der Nähe der Orte gelebt haben, wo ihre Ueberreste eingebettet sind, oder daß sie durch Ursachen dahin geführt wurden, welche denjenigen nachfolgten, durch die das Leben zerstört wurde. Wenn wir zugestehen, daß Thiere und Pflanzen in der Nähe der Orte gelebt haben, wo ihre Ueberreste entdeckt wurden, so ist der Schluß kaum zu vermeiden, daß in irgend einer früheren Periode eine Gleichheit der Temperatur über einen großen Theil der Erde geherrscht haben müsse.

5) Das Vorkommen von Seethieren in geschichtetem Gestein berechtigt uns zu dem Schluß, daß das trockene Land in irgend einer früheren Periode vom Meer bedeckt gewesen seyn müsse, und daß das Bett des Oceans mehr als einmal durch irgend eine große umwälzende Kraft gehoben worden sey. Das geschichtete Gestein muß ursprünglich horizontal oder beinahe horizontal gewesen seyn, und viele dieser Schichten wurden auf dieselbe Weise gebildet, wie die Ablagerungen, welche man noch immer in Flußbetten und den Becken der Meere finden kann. Nachher aber wirkten mächtige zerstörende Kräfte auf dieselben, erhoben sie, rißen sie aus einander und gaben ihren Schichten die mannigfaltigsten Formen. Einige wurden durch eine unsichtbare aber unwiderstehliche Macht, die unter ihnen wirkte, in Einer Masse in die Höhe getrieben, andere in schiefe Lagen geworfen, wieder andere, die an mehreren Stellen zugleich aufwärts geschoben wurden, in die Gestalt eines Beckens gedrängt. Diese Wirkungen waren sowohl örtlich als allgemein, indem sie das einemal nur einen Distrikt von wenigen Meilen trafen, das anderemal ganze Continente und bedeutende Gebirgsketten umfaßten. Das Agens, welches unserer Ansicht nach diese mächtigen Wirkungen hervorbrachte, war die innerliche Hitze — dieselbe Ursache, die noch heutzutage ihre früheren Resultate durch die Darlegung vulkanischer Thätigkeit und durch andere Erscheinungen, auf die wir uns nachher beziehen werden, im Kleinen nachahmt. Die Identität der Ursache ist durch die Identität der Wirkungen bewiesen, und zwar nicht nur in Betreff der Störung des Gleichgewichts und der Anordnung der soliden Materialien der Erdrinde, sondern auch in Beziehung auf den Charakter der ausgeworfenen Materie. Denn während der Dauer jener mächtigen Störungen, denen die Erde unterworfen war, als sich ihre Rinde im Bildungsprocesse befand, wurden häufig ungeheure Spalten gebildet

und aus diesen stieg die aufschwellende Masse empor, welche nun oberes Gestein von verschiedener Ausbildung und Dicke bildete. Die Gipfel der Berge bestehen häufig aus ungeschichtetem Gestein und sind durch eine innere Kraft in ihre jetzige Stellung gebracht worden. Zu andern Zeiten sieht man sie zwischen geschichteten Lagern, wo sodann ihre Lage und Construction beweisen, daß die obere Schichte sich erst nach der Erstarrung des vulkanischen Gesteins, das die untere Masse aus ihrer Lage rückte, bildete. Nicht selten nimmt dieß ungleichförmige Gestein, wie man es zuweilen nennt, eine säulenartige Bildung an, wie in den basaltischen Gebilden, z. B. auf der Insel Staffa und dergleichen. In andern Lagen kann es krystallinisch oder massiv seyn. Es ist jedoch zu bemerken, daß die Thätigkeit jener innern störenden Kräfte nicht nothwendig mit dem Auswurf dieses vulkanischen Gesteins verbunden war; denn wie ein Erdbeben heutiges Tags ohne einen wirklichen Ausbruch von Lava erfolgen kann, so hob dieselbe Kraft in früheren Jahrhunderten die Rinde in die Höhe, ohne daß dabei nothwendig geschmolzenes Gestein ausgeworfen wurde.

Aus diesen Bemerkungen wird klar hervorgehen, daß die horizontalen Schichten durch Erhebung entstanden, welche Behauptung nicht nur durch das Vorhandenseyn von Seegeschöpfen in Höhen, die weit über dem gegenwärtigen Niveau des Meeres liegen, sondern auch durch die Existenz von Gestein bewiesen wird, das durch die Thätigkeit der innern Hitze hervorgerufen wurde. Die Entdeckung von Seeversteinerungen in beträchtlichen Erhebungen genügt an sich selbst nicht, um den Beweis zu führen, daß horizontale Ablagerungen durch Erhebung entstanden seyen. Dieses Factum kann nur durch die relative Lage und Neigung der Schichten oder die Entdeckung der feurigen Masse, welche sie erhob, bestimmt werden. —

Allgemeine Bemerkungen.

Wenn wir die angeführten Behauptungen zugeben, so wird daraus hervorgehen, daß die Erdrinde, so weit dieselbe der Forschung zugänglich ist, aus mannigfaltig zusammengesetzten Massen besteht, die theils durch Wasser, theils durch die innere Hitze hervorgebracht wurden. Eine oberflächliche Prüfung dieser Massen könnte den Beobachter auf den Glauben bringen, daß sie einer geordneten Einrichtung ermangelten; und wenn man sie bloß mineralogisch untersuchte, so würde sich dieß auch wirklich so herausstellen. Allein durch die vereinigte Hilfe der mineralogischen Charaktere und der in ihnen enthaltenen Fossilien ist ein ziemlich vollständiges System zu Tage gefördert worden, das wenigstens so genau ist, daß der Geologe nach demselben im Allgemeinen Lagerung, d. h. die Reihenfolge des

Gesteins voraussagen kann, ohne daß er fürchten darf, einen bedeutenden Fehler zu begehen. Das ungeschichtete Gestein hat keinen bestimmten Platz, sondern ist mit den Ablagerungen aller Zeiten verbunden, wie es sich seinem Ursprunge nach erwarten läßt. Die Umwälzungen, welche das geschichtete Gestein erhoben und unter einander warfen, beschränkten sich ja auf keinen bestimmten Zeitraum.

Eine sorgfältige Prüfung des Gesteins führt uns gewiß zu dem Schlusse, daß die Bildung der Erdrinde ein Werk längerer Zeit war, und durch sekundäre Thätigkeiten von verschiedener Stärke, wie sie noch jetzt vorhanden sind und einen Einfluß auf die Oberfläche der Erde üben, vollendet wurde. Wir dürfen uns jedoch nicht denken, daß die Erde während dieser Reihenfolge von Jahrhunderten eine unbevölkerte Wüste gewesen sey; denn in jeder Periode nach Bildung des primitiven Gesteins erscheint dieselbe von einer Klasse von Geschöpfen bewohnt und mit einer Pflanzennatur geschmückt, wie sie ihrer physikalischen Beschaffenheit angemessen war. Die eingebetteten Ueberreste sind genügende Beweise dieses Factums. Allein die gewaltsamen Veränderungen, denen die Oberfläche der Erde ausgesetzt war, mußten das Leben in hohem Maaße zerstören. Wir finden daher viele Geschlechter, die in gewissem Gestein reichlich vorhanden waren, in anderem nicht, und auch gegenwärtig von der Erde verschwunden. Es waltet dabei noch ein merkwürdiger Umstand vor, der sich vielleicht kaum nach bekannten Grundsätzen erklären läßt, daß nämlich jede Schichtenreihe ihre eigenthümlichen Versteinerungen enthält und sich durch diese sehr leicht von den andern unterscheiden läßt.

Lagerung oder Reihenfolge der Felsarten.

Der Ausdruck Gestein (Felsgebirgsart) wird auf alle Arten mineralischer Substanzen angewendet, sie mögen nun aus Granit, Thon, Sandstein oder anderen Zusammensetzungen bestehen. Das Wort, in seiner gewöhnlichen Bedeutung, bezeichnet eine Masse von einem harten Mineral. Es wird jedoch von den Geologen in einem allgemeineren Sinne genommen und bezeichnet dann einen Bestandtheil der Erdrinde ohne Beziehung auf dessen Härte oder Zähigkeit, und in diesem Sinne ist auch ein Thon- oder Sandlager ein Gestein (Gebirgsart).

Aus einer nur theilweisen Prüfung der Gebirgsarten könnte man den Schluß ziehen, daß dieselben regellos aneinander gereiht seyen. Dieß ist die allgemeine Meinung, die von allen Laien in der Geologie gehegt wird. Das Innere dieser Erde, die eine so wundervolle Ordnung und sinnreiche Einrichtung an ihrer Oberfläche zeigt, ist ihrer Ansicht nach ein wahres Chaos, ein Musterbild der Verwirrung. Diese An-

nahme ist so natürlich, daß wir den Irrthum wahrscheinlich noch immer hegen würden, wenn die Bergleute durch ihre Nachforschungen nicht unmerklich darauf geführt worden wären, die Verbindung des einen Gesteins mit einem andern zu verfolgen. Diese praktischen Geologen haben längst die Entdeckung gemacht, daß gewisse Erze nur in gewissen Steingattungen gefunden werden, und daß sie immer mit andern von einem besondern Charakter verbunden seyen. In Folge dieser Entdeckung waren sie bei ihrem Suchen nach Erzen stets zuerst bemüht, sich des Vorhandenseyns dieser Lager zu versichern, ehe sie ihr Kapital oder ihre Mühe an eine genauere Prüfung verschwendeten. Wissenschaftlichere Bestrebungen, die seitdem gemacht wurden, haben die zuerst an einzelnen Beispielen beobachteten Facta auf das ganze System der Mineralmassen ausgedehnt, und kein Grundsatz ist besser bewährt, als die regelmäßige Anordnung oder Eintheilung des Gesteins. (Aus eben diesem Grunde nennt daher der französische Mineralog Burat den Bergbau die Mutter der Geologie). —

Diese Behauptung mag den bereits gemachten Bemerkungen einigermaßen zu widersprechen scheinen, und kann auch möglich erwiesen, in einem allzustrengen Sinne aufgefaßt werden. Die Erde ist keineswegs aus einer Schichtenreihe zusammengesetzt, die wie Häute einer Zwiebel über einander liegen; noch sind die Lager so gleichmäßig über einander gebreitet, daß man sie nur an einer Stelle durchschneiden dürfte, um die Beschaffenheit der ganzen Kugel daraus zu erkennen. Wenn man die Oberfläche an verschiedenen Stellen durchbohrte, so würde man nicht an zweien dieselbe Anzahl von Lagern finden, noch würden sie im Allgemeinen den gleichen Charakter tragen. Und befänden sich diese Stellen nur in einiger Entfernung von einander, so könnte das Gestein, das an dem einen Ort sehr reichlich vorhanden wäre, an dem andern ganz fehlen, was nicht der Fall seyn könnte, wenn die Lager regelmäßig im ganzen Umkreis der Erdkugel über einander lägen.

In einem allgemeineren Sinne aber ist es richtig, daß die Gesteine eine regelmäßige Ordnung haben. Es gibt zwei mineralische Substanzen, die Jedermann bekannt sind: Kreide und Kohle. Nun kommt Kreide in der Gesteinordnung immer über der Kohle. Es wäre daher thöricht, in Kohlendistrikten, wie z. B. in Newcastle, im Lütticher Lande u. s. f., wo die Steinkohlen „zu Tage gehen," d. h. an die Oberfläche kommen, nach Kreide suchen zu wollen, denn man hat diese noch nie unter den Kohlenlagern gefunden. So könnte man auch den Portlandkalkstein, der zum Bauen verwendet wird, in einem Boden nicht finden, an dessen Oberfläche man Kohle träfe. Es möchte daher richtig erscheinen,

daß der allgemeinen Regel nach die Gebirgsarten immer in einer gewissen relativen Lage zu einander gefunden werden. Im Besondern jedoch ist es nicht so. Bei demjenigen Gestein, das den ausgeprägtesten und wichtigsten Charakter trägt, darf man sich allerdings auf die Regel verlassen; bei Gestein von kleiner Ausdehnung und sekundärem Charakter aber ist dieß nicht möglich. Ein Geologe könnte nicht in allen Fällen behaupten, daß ein Thon- oder Sandlager unter der Oberfläche irgend eines Orts gefunden werden müsse; aber er könnte sagen, ob man Kohle, Baustein oder Kreide zu erwarten habe.

Schichtung des Gesteins.

Alles Gestein läßt sich in zwei Klassen, in geschichtetes und ungeschichtetes, eintheilen. Die größere Anzahl gehört zu der ersteren Klasse. Im engeren Sinne ist eine Schichte ein Gesteinlager, das zwei parallele Oberflächen hat. Wenn ein Lager in eine ebene oder horizontale Lage gebracht wird, so müssen seine obern und untern Grundflächen miteinander parallel seyn; befindet es sich in einer senkrechten Lage, so müssen die vertikalen Seitenflächen parallel seyn. Die Benennung gestattet jedoch keine so große Strenge der Definition, und man betrachtet auch solche Lager, die keine durchaus parallele Flächen haben, als geschichtete.



Schichten.

Die Bestimmung, ob ein Gestein geschichtet sey oder nicht, mag als sehr leicht erscheinen. Es finden sich dabei jedoch viele praktische Schwierigkeiten; und wer zum ersten Mal Gestein untersucht, verfällt sehr leicht in eine Täuschung.

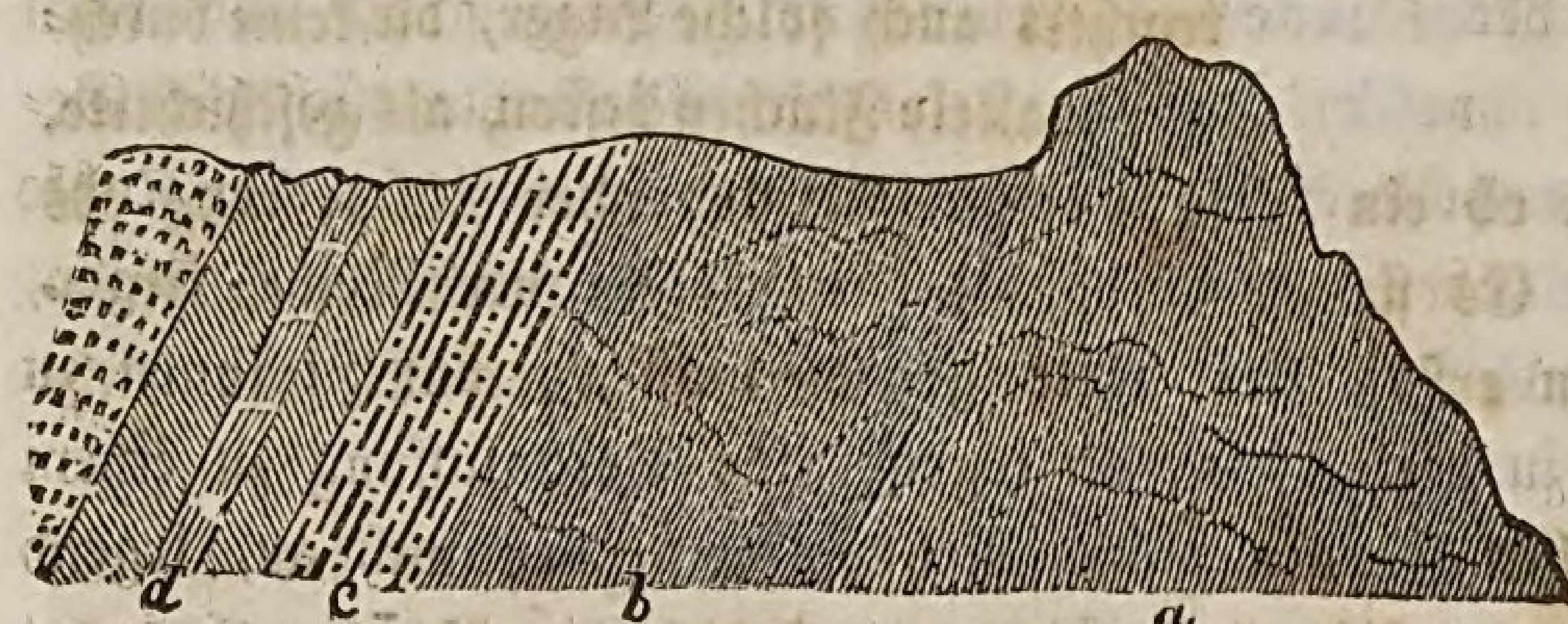
Es war früher eine Streitfrage unter den Geologen, ob der Granit geschichtet sey oder nicht. Gruber hielt die Schichtung für so einleuchtend, daß er in die Sehkraft Derer einen Zweifel setzte, die nicht seiner Meinung waren. Dr. Mitchel sagt, er habe den geschichteten Granit an der Kette des Riesengebirges wohl 60 Meilen lang verfolgt, und Professor Jameson will dieß gar 150 Meilen weit gethan haben. Allein v. Buch strengte seine Augen vergeblich an, um eine Erscheinung zu finden, die ihn zu derselben Meinung berechtigen könnte, und gab nach fleißigem Suchen seine Forschung in Verzweiflung auf. Ein berühmter schwedischer Naturforscher sagt: er habe nie ungeschichteten Granit gesehen, und ein ebenso ausgezeichneter englischer Geologe sah niemals eine Granitschichte. Man ist jedoch jetzt allgemein der Ansicht, daß der Granit kein geschichtetes Gestein sey. Immerhin ist es aber von Wichtigkeit, den Umständen nach-

zuforschen, welche so viele ausgezeichnete Beobachter täuschen konnten, und elbst die Trugbilder zu vermeiden, die Jene irre leiteten.

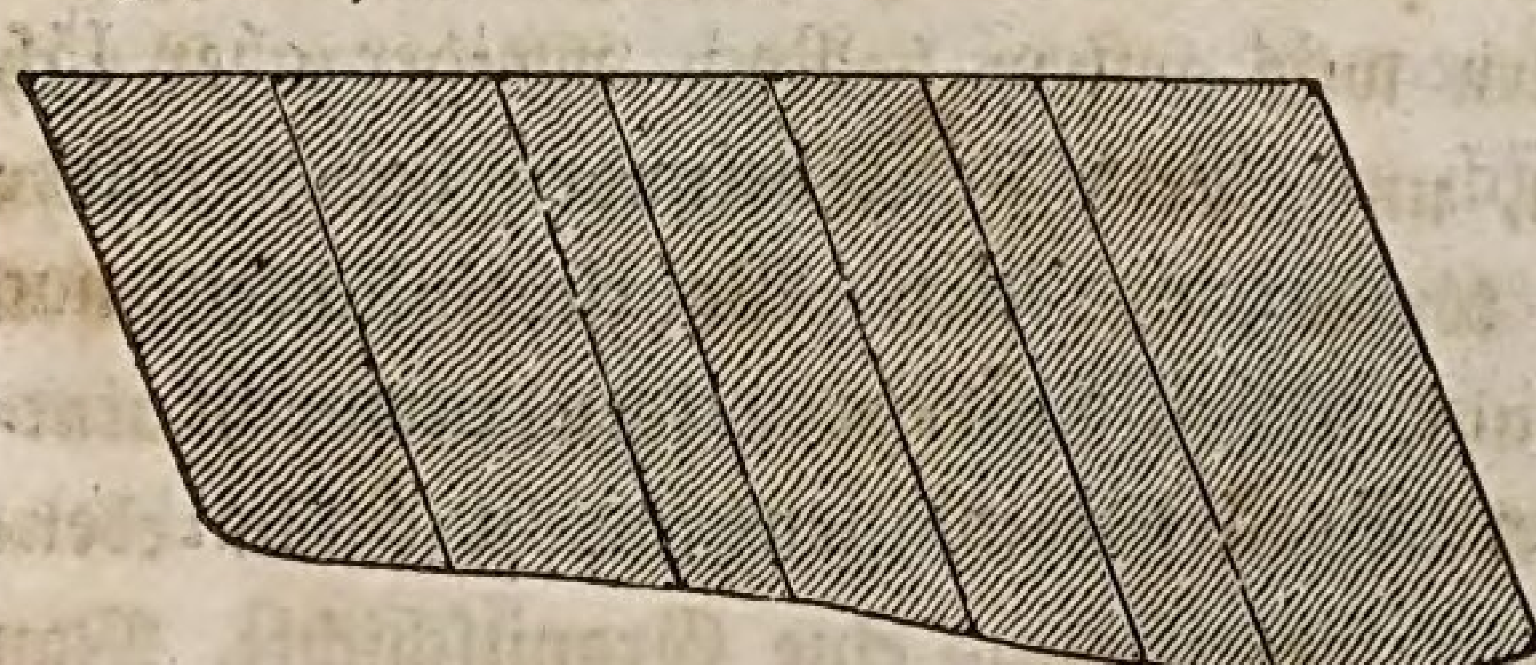
Den Mineralogen ist bekannt, daß es gewisse krystallisirte Mineralien gibt, die sich in einer besondern Richtung leichter spalten lassen, als in einer andern. Einige Mineralien lassen sich nur in einer Richtung, andere dagegen in zwei, drei oder mehreren Richtungen spalten, und die letztern können oft unter regelmäßige geometrische Formen gebracht werden.

Die Gesteine haben auch häufig eine Spaltungslinie, die von den Arbeitern die Ader des Lagers genannt wird. Diejenigen, welche Granit bearbeiten, sind gewohnt, nach der Richtung der Spaltung zu sehen, und so selten sich die Anzeichen durch eine Person auffinden lassen, die mit der praktischen Arbeit unbekannt ist, so wenig schwer fällt es dagegen dem Bergmann, die Richtungslinie zu bestimmen, in der sich das Gestein am leichtesten spalten läßt.

Nun ist es aber eben diese Zerklüftungslinie, welche häufig für die Schichtung genommen wird, und sie war es, welche die Geologen über die Schichtung des Granits täuschte. Wenn dieses Gestein mit wirklich geschichtetem Gestein verbunden ist, und seine Spaltungslinie sich in derselben Richtung wie die Schichten jener befindet, ein Umstand, der keineswegs selten vorkommt, so ist es fast unmöglich, einen Unterschied zwischen der Schichtung des einen und der Zerklüftungslinie des andern Gesteins wahrzunehmen. Im Allgemeinen treffen jedoch die Spaltungslinien auf eine Weise in und aufeinander, daß sie sich von den Schichten unterscheiden lassen. d, c, b, in der folgenden Zeichnung stellen geschichtete Lager vor; und a ist ein Granitfels, der seine Zerklüftungslinie in derselben Richtung wie die Schichten jener hat.



Häufig werden Schichten durch Spaltungslinien unterbrochen und bilden einen Winkel, der sich mehr oder weniger einem rechten nähert, wie aus der folgenden Zeichnung zu ersehen ist. Im Schieferthon ist dieß keine ungewöhnliche Erscheinung. Wenn man nun die wirkliche Schichtung zu bestimmen sucht,



Durchschnitt eines Schieferthonfelsens.

so verursacht jene Zerklüftungslinie häufig Schwierigkeiten und Irrthümer; bei sorgfältiger Beobachtung jedoch lassen sich die Schichten gewöhnlich unterscheiden.

Wer eine bedeutende Strecke Landes durchwandert hat, wird oft die Bemerkung gemacht haben, daß die Gebirgsarten in einer beständigen Ordnung aufeinander folgen. Wären sie dagegen horizontal aufeinander gestellt, so würde dieselbe Mineral-Masse weit ausgedehnte Distrikte oder gar die ganze Oberfläche von Inseln und Continenten bedeckt haben.

Selten kommen die Schichten in einer vollkommen ebenen Lage vor, gewöhnlich sind sie mehr oder weniger geneigt, so daß die eine unter der andern hervorsieht, wie die Figur zeigt. Dieser Einrichtung zu Folge können wir beim Durchwandern einer Gegend den Charakter der Gebirgsarten, aus welchen sie besteht, sogar mit größerer Genauigkeit bestimmen, als dieß beim Durchbohren sämmtlicher Lager an der Oberfläche des höchsten Gesteins möglich wäre.

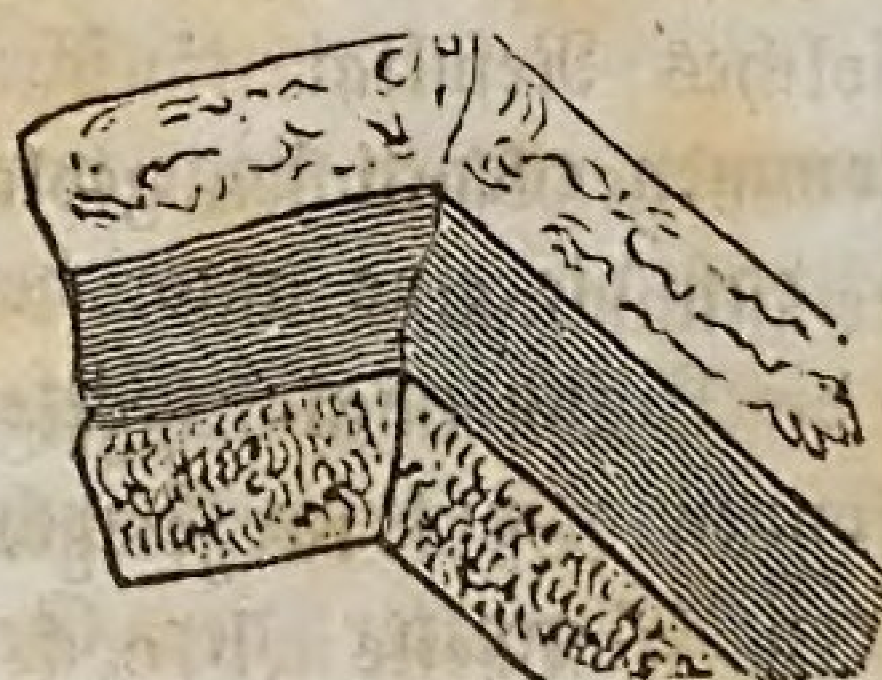


Geneigte Schichten.

In dieser Einrichtung müssen wir einen Beweis der Absichtlichkeit gewahr werden, denn vermöge dieser Anordnung der Lager erlangt der Mensch eine Kenntniß aller derjenigen Lager, die zu seiner Bequemlichkeit und zur Beförderung der Künste des Lebens nothwendig sind, und kann sie mit geringer oder ohne alle Mühe erlangen. Befänden sich die Gebirgsarten in einer ebenen Lage, so würden wir wahrscheinlich weder Kohle noch Metalle entdeckt haben, denn da diese so tief in der Reihe liegen, daß man viele tausend Fuß tief hätte graben müssen, um zu ihnen zu gelangen, so ist sehr zu bezweifeln, ob irgend eine Veranlassung zu einem solchen Versuche gegeben worden wäre. Nehmen wir aber auch an, irgend ein Umstand hätte uns mit ihrer Existenz und ihren Eigenschaften bekannt gemacht, so würde ihre Lage in der That verhindert haben, daß man sie in hinreichender Menge zur Befriedigung unserer Bedürfnisse erhalten hätte. Es läßt sich kaum denken, welches Resultat erscheinen würde, wenn Kohle und Metalle sämmtlich verbraucht wären. Noch weniger aber läßt sich die Lage bestimmen, in der sich die Menschheit befunden haben würde, wenn jene niemals bekannt worden wären. Aller Wahrscheinlichkeit nach aber hätte sich gar keine menschliche Gesellschaft zu bilden vermocht, und die Civilisation, in den nördlichen Breiten wenigstens, nicht einmal dem Namen nach existiren können.

Wir haben bereits einige von den Schwierigkeiten aufgezählt, welche mit einem Versuch, die Schichtung oder Nichtschichtung eines Gesteins zu

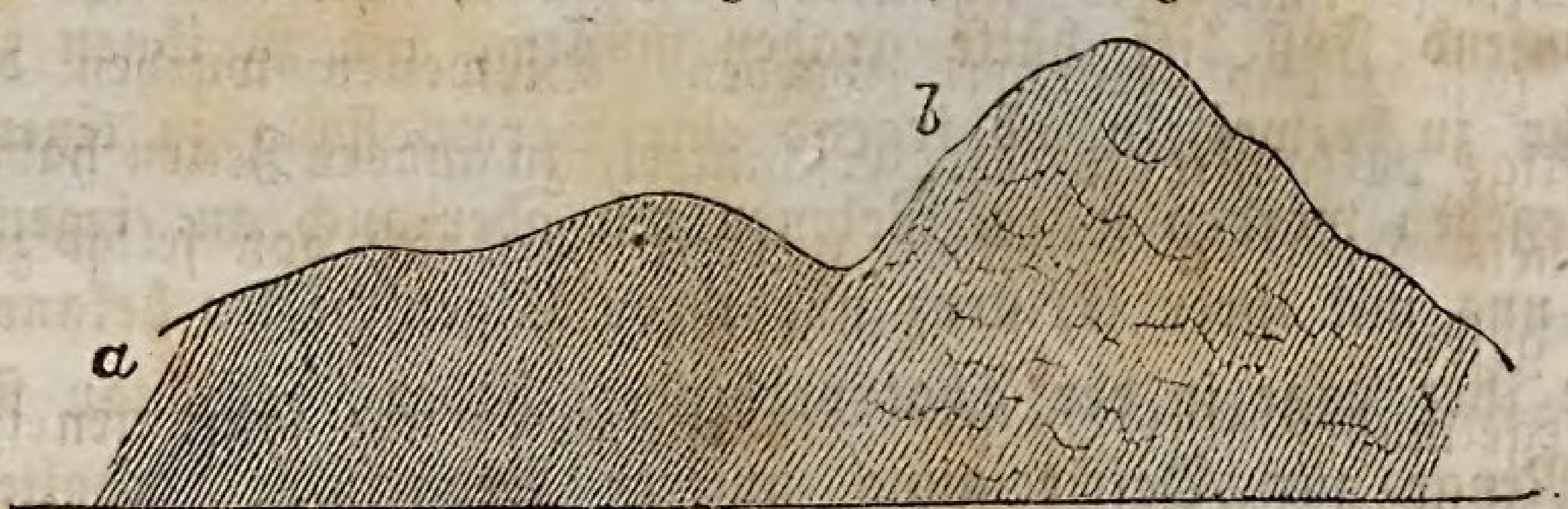
bestimmen, verbunden sind. Diese Schwierigkeiten werden jedoch nur theilweise als überwunden erscheinen, wenn der Anfänger in der Geologie sich von der Schichtung jener überzeugt hat. Es ist dieß nur der erste Schritt in der praktischen Erforschung eines Distrikts und nicht unwahrscheinlich, daß er sehr leicht die scheinbare für die wirkliche Schichtung nehme. Es gibt zweierlei Gesichtspunkte, eine Front- und eine Seitenansicht, unter welchen ein geschichtetes Lager geprüft werden kann. Wir wollen eine Anzahl Dielen von einem Fuß Länge und von 3 bis 4 Zoll Dicke nehmen, und sie so legen, daß



sie Schichten darstellen, die unter einander vorsehen. Wenn man diese in der Richtung ihrer kürzeren Seite betrachtet, so läßt sich keine genaue Kenntniß ihrer Schichtung erlangen; denn die wirkliche Schichtung kommt nur erst in der Richtung ihrer Länge zum Vorschein.

Man wird nun leicht einsehen, daß ein unerfahrener Beobachter sich oft täuschen kann, indem er die scheinbare Neigung der Schichten für ihre wirkliche nimmt, und so die Lager als horizontal beschreibt, die eine beträchtliche Neigung haben. Nehmen wir an, die Lager haben eine Richtung von Norden nach Süden, so findet sich vielleicht in derjenigen Richtung, in welcher die wahre Neigung gesehen werden kann, kein natürlicher Abschnitt, und ein Abschnitt in irgend einer andern Richtung läßt die Neigung geringer erscheinen, als sie ist.

Man muß sich daher bemühen, die relativen Lagen der Schichten genau zu untersuchen, da man in dieser Beziehung sehr leicht getäuscht werden kann. Man darf nicht glauben, ein Lager befinde sich über einem andern,



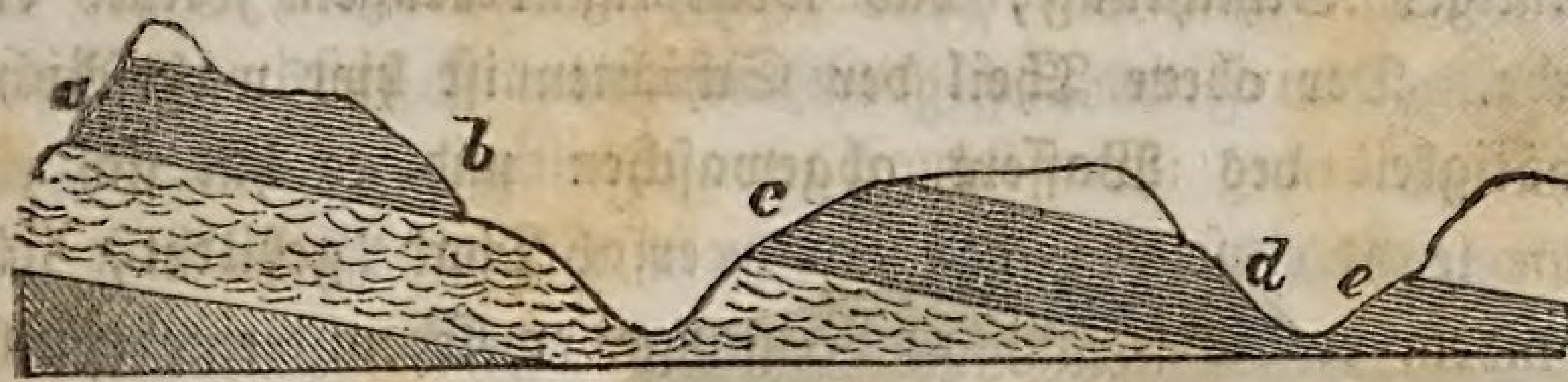
a. das obere, b das untere Lager.

weil es in einer größern Höhe angetroffen wird, od. einen Hügel bildet, während das andere das Thal bedeckt. Die relative Höhe zweier Lager gibt keineswegs den Maaßstab, nach welchem sich ihre relative Lagerung bestimmen ließe.

Bei Untersuchung eines aus geschichtetem Gestein bestehenden Distriktes wird die Unterbrechung durch Thäler einige Schwierigkeit darbieten. Wenn man nämlich von einem Punkte zum andern geht, so kann man zwei- bis dreimal auf dasselbe Gestein treffen und dadurch zu der Meinung veranlaßt werden, als ob es zwei- oder dreimal in den Schichten vorkomme. Dadurch werden die Unerfahrenen oft sehr verwirrt, indem

sie die relativen Höhen der Orte nicht bedenken, wo sie das häufig vorkommende Lager gefunden haben.

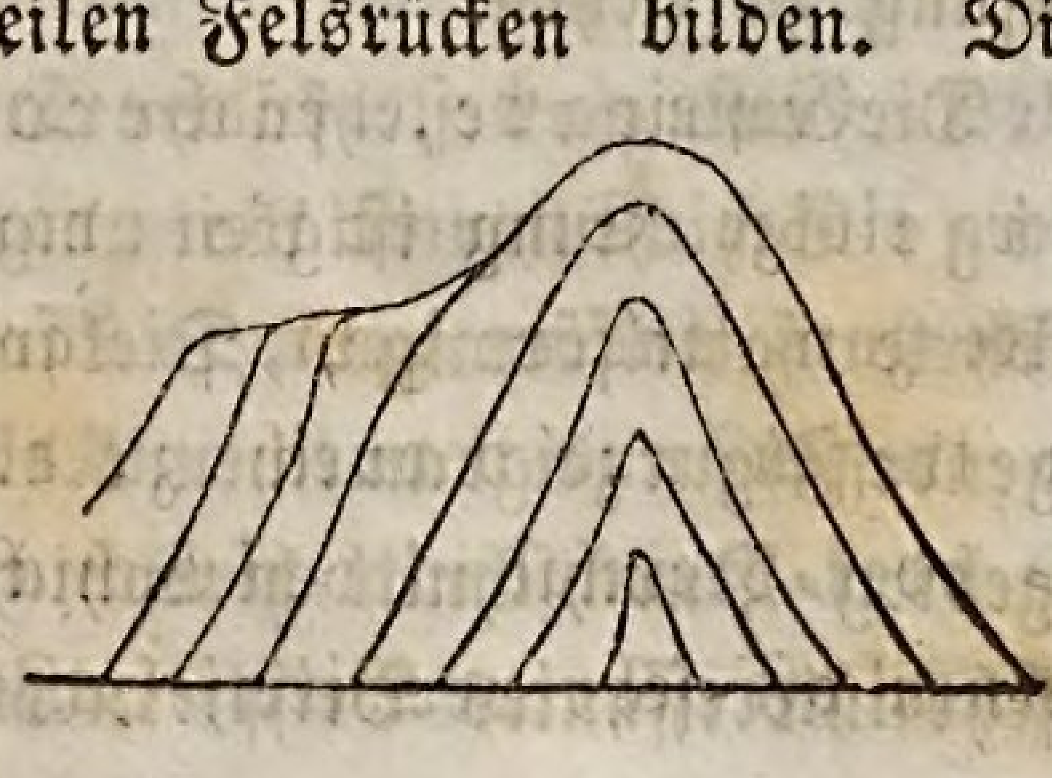
Dieß läßt sich an der folgenden Figur deutlich erklären: ein Reisender, der den dargestellten Distrikt durchwanderte, würde nämlich fünfmal auf dasselbe Gestein gerathen, und da es nicht so leicht ist, die Verbindung, die ein Gestein zu dem andern hat, wahrzunehmen, wenn man die Gegend, in der sich die Gebirgsarten selbst vorfinden, durchwandert, — als dieß der Fall ist, wenn man den Blick auf einen Durchschnitt wirft, so wird sich der Beobachter wahrscheinlich durch ein solches Resultat täuschen lassen und glauben, es bestehe zwischen dieser und der gewöhnlichen geologischen Ordnung ein großer Mangel an Uebereinstimmung. Allein der Durchschnitt zeigt, daß die dargelegten Theile a, b, c, d, e durch die Bildung zweier Thäler dem



Auge geboten wurden. Wenn man nämlich die Neigungslinie des einen Hügels fortsetzt, so wird man finden, daß sie mit der des andern zusammentrifft. Dieses Factum dient den Geologen zum Beweis, daß die Thäler sich erst nach der Ablagerung der Schichten gebildet haben.

Es gibt jedoch noch andere Schwierigkeiten von einem ernsteren Charakter, als diejenigen sind, deren wir bereits erwähnt haben. Nicht immer befinden sich die Schichten, welche die Erdrinde bilden, noch in der nämlichen Lage wie zu der Zeit, da sie gebildet wurden, sondern sie sind durch eine Menge mächtiger Agentien, die zu verschiedenen Zeiten auf sie einwirkten, gestört und verändert worden. Bisweilen wurden die Gesteine durch heftige vulkanische Kräfte erschüttert, zu andern Zeiten haben sie durch den eigenen Druck aufeinander gewirkt oder sich von selbst zusammgezogen und gesenkt.

Anstatt der regelmäßig übereinander hervorstehenden und sanft geneigten Lager, von denen wir bisher gesprochen haben, findet man oft auch Schichten, deren Zusammenstellung dem Dache eines Hauses nicht unähnlich ist, indem ihre Spitzen übereinander aufgestülpt erscheinen und einen steilen Felsrücken bilden. Diese Formation nennt man mantel- oder sattelförmige Schichtung. Wenn wir ein Stück von irgend einer widerstandsfähigen Substanz nehmen, es an seinen Enden befestigen und in der Mitte eine Kraft darauf wirken lassen, die stark genug ist, um die mittlern Theile empor zu heben,

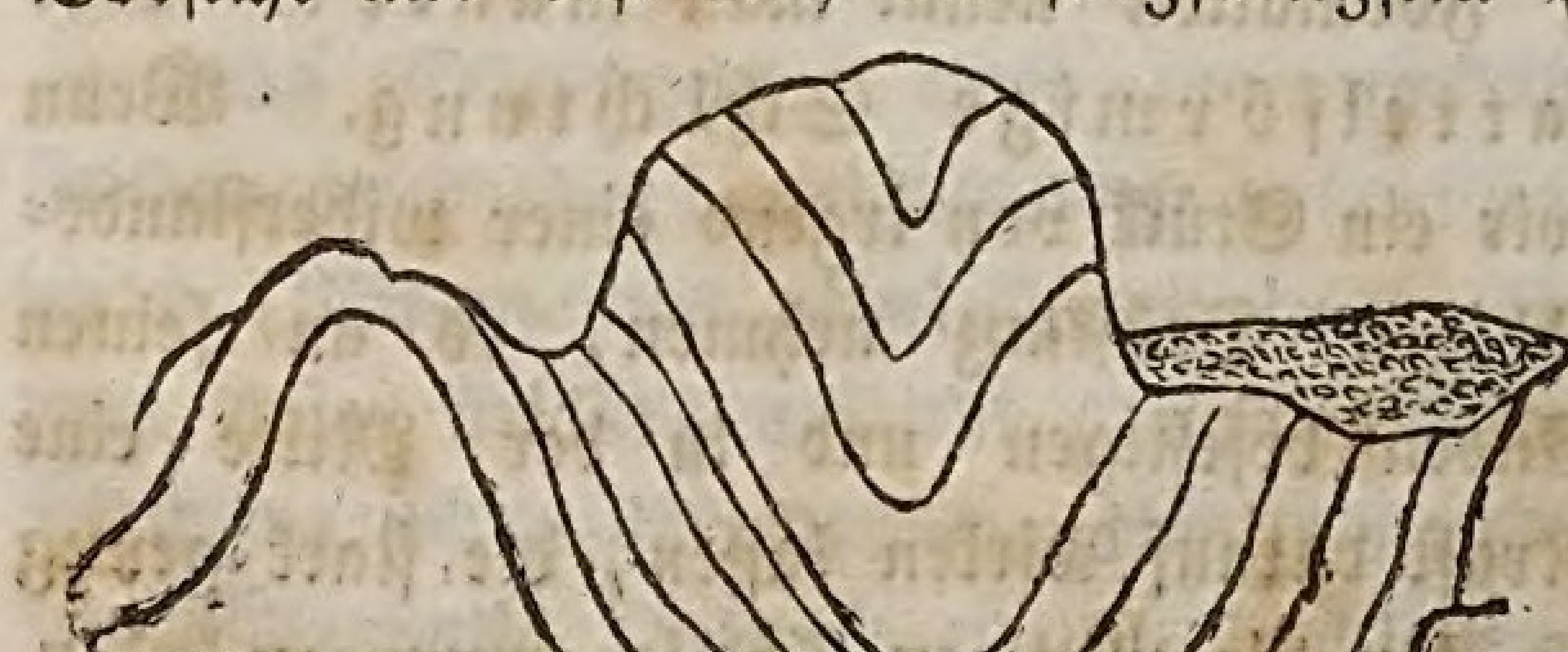


so wird es entweder brechen oder sich biegen und so lange in dieser angenommenen Form verharren, als die Kraft zu wirken fortfährt, oder mit andern Worten, so lang ein Widerstand da ist, der es an der Wiederannahme seiner ursprünglichen Form verhindert. Aller Wahrscheinlichkeit nach ist diese eigenthümliche Lage der Schichten einer ähnlichen Thätigkeit zuzuschreiben. Wir müssen uns denken, daß sie ursprünglich horizontal gewesen sind, von irgend einer von unten wirkenden Kraft aber heraufgestoßen wurden, so lange sie sich noch in einem nachgiebigen Zustande befanden.

Diese Art Schichtung erscheint oft in einer noch verwickelteren Gestalt. In Westbury, Somersetshire, in England findet sich ein merkwürdiges Beispiel einer sattelförmigen Schichtung, das wohl kaum als ein solches erkannt werden würde. Der obere Theil der Schichten ist hier wahrscheinlich durch die Thätigkeit des Wassers abgewaschen und es hat sich ein Thal gebildet, in welchem eine flache Kiesschichte abgelagert wurde.



a stellt das mit Kies bedeckte Thal vor; bb das schiefliegende Gestein; cc Gebirgsarten, die in ungestörter Lage auf jenen ruhen. Bevor wir aber weiter gehen, sey es uns erlaubt, die Aufmerksamkeit des Lesers einem andern Umstand zuzuwenden, der diesen Abschnitt besonders auszeichnet. In der gegenwärtigen Natur des Gesteins zu Westbury unterscheidet man deutlich fünf aufeinander folgende Perioden. Zuerst die der Bildung der Lager, welche, wenn sie durch das Wasser abgesetzt wurden, beinahe horizontal gewesen seyn mußten, sodann die ihrer Erhebung, wodurch eine sattelförmige Schichtung zu Stande kam; ferner die Periode der Ablagerung des Gesteins, das auf den gestörten Schichten ruht, hierauf die der Thätigkeit des Wassers, welches das Thal aushöhlte, und endlich die Bildung des Kieslagers am Grunde des Thals. Wenn der Geologe die Anzahl und die verschiedene Wirkung der Kräfte betrachtet, welche die gegenwärtige Ordnung der Gesteine hervorbrachten, so wird er fühlen, wie nothwendig es ist, seine Schlüsse mit Vorsicht und erst nach der sorgfältigsten Prüfung zu ziehen.



Die concave, fächerartige Schichtung ist die umgekehrte sattelförmige. Die folgende Figur zeigt an einem Kalkgebirg-Durchschnitt hievon ein sehr interessantes Beispiel. Zur

Hervorbringung dieser Gestalten muß es ganz anderer Bedingungen bedurft haben, als bei der sattelförmigen Schichtung, welche, wie wir gesehen haben, eine Kraft erfordert, die auf dem Mittelpunkt eines an seinen beiden Enden befestigten Lagers wirkt. Die fächerartige Schichtung kann andererseits nur durch die Thätigkeit zweier Kräfte hervorgebracht werden, wovon jede an einem Ende des Lagers wirkt, während der Mittelpunkt theilweise in seiner Lage erhalten wird. So läßt sich ein Kartenblatt, das ein Gewicht in der Mitte hat, vermittelst der Hände an jeder Ecke aufstülpen, und kann in diese eigenthümliche Form gebracht werden. Aus diesen Beobachtungen würde daher hervorgehen, daß zum Behuf der Bildung der oben dargestellten Schichtung die Enden der Schichten heraufgedrückt worden wären, was ohne Zweifel durch eine Kraft geschehen seyn mußte, die derjenigen ähnlich war, welche gegenwärtig vulkanische Einwirkung hervorbringt.

Die becken- oder muldenförmige Schichtung kommt nicht selten in kohlenreichen Gegenden vor. Ueber die Ursache dieser Erscheinung sind



Muldenförmige Schichtung.

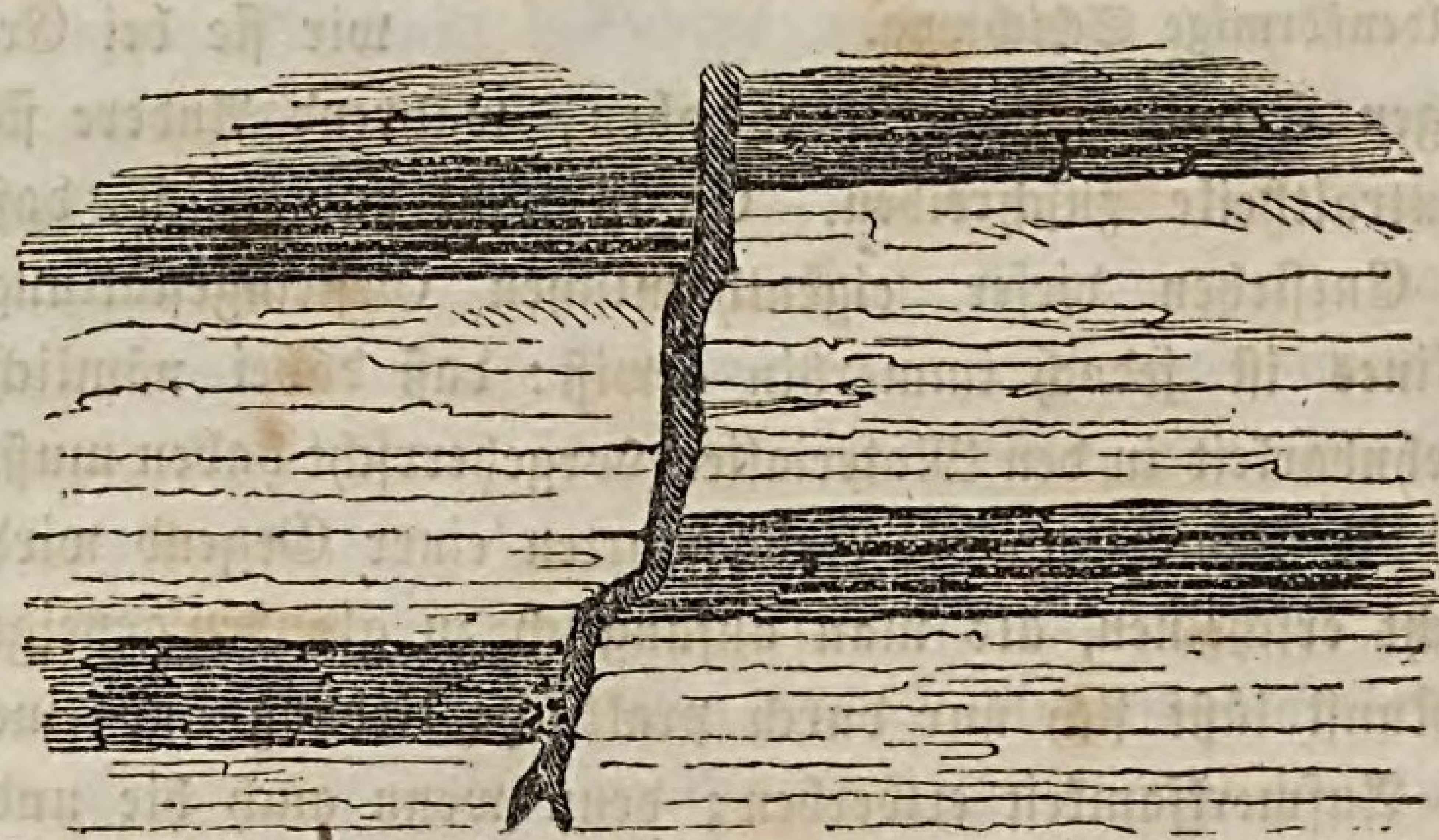
die Geologen nicht einig, indem die Einen sie einer Erhebung der Lager zuschreiben, wie wir sie bei Erklärung der fächerartigen Schichten angeführt haben, während Andere sie dem Einsinken der Centraltheile zuschreiben. Es ist nicht unmöglich, daß beide Ursachen beim Entstehen dieser eigenthümlichen Gesteingestaltung mitgewirkt haben. Eines ist jedoch immerhin gewiß: daß dabei nämlich ein hoher Grad von Dehnbarkeit in den Materialien vorgeherrscht haben muß.

Die Bestimmung der Schichtung der Gebirgsarten einer Gegend wird jetzt nicht mehr so leicht erscheinen, als man anfänglich zu glauben geneigt seyn mochte. Diese Kunst läßt sich nur durch praktische Uebung und eine anhaltend angestrengte Aufmerksamkeit erwerben; denn wenn auch hie und da der ungefähre Anschein den Forscher verwirrt, so macht doch die Bestimmung der gewöhnlich vorkommenden Gebirgsarten dem praktischen Geologen nur wenig Mühe. Man kann daher dem angehenden Geognosten nicht genug einprägen, wie nothwendig es sey, selbst zu prüfen, wenn er ein Meister in der Wissenschaft oder denjenigen nützlich werden will, die nach ihm kommen. In der Geologie sind praktische Studien besonders nothwendig, denn man kann sich unmöglich durch Lesen eine richtige und genaue Idee von der wirklichen Beschaffenheit der Erde bilden. Wer

Geolog werden will, muß durch beständige persönliche Uebung seine Ansichten aus dem Studium des Gesteins selbst in seiner natürlichen Lage zu schöpfen suchen. Ein ganzes Menschenalter, das man mit dem Durchlesen geologischer Schriften hinbrächte, würde kaum eine richtige Kenntniß der Geologie gewähren. Denn auch ein großes Talent, das im Stande wäre, mancherlei Irrthümer in den Theorieen, durch welche die Geologen verschiedene Erscheinungen zu erklären suchen, zu entdecken, würde dennoch, bei seiner Gewohnheit, nur aus den Beschreibungen Anderer zu schöpfen, kaum im Stande seyn, irgend eine neue Erklärung zu geben oder den Ursprung bis zu seiner Quelle zu verfolgen.

Aufrichtung und Einsinken der Schichten.

Es muß hier noch ein anderer Umstand, der sich auf die Schichtung des Gesteins bezieht, hervorgehoben werden, da er dem ungeübteren Beobachter einige Schwierigkeiten darbieten dürfte. Die Schichten sind nämlich hie und da durch einen Bruch aus ihrer Ordnung gebracht und einzelne Theile derselben herabgedrückt oder erhoben. Demzufolge geschieht es oft, daß ein Geolog, der ein Lager einige Zeit lang verfolgt hat, dasselbe plötzlich aus dem Gesichte verliert und auf irgend ein anderes Lager über oder unter jenem stößt, je nachdem die Schichten erhoben oder herabgedrückt worden sind. Der Punkt, wo diese Erhebung oder Niederdrückung stattgefunden hat, wird R u c k, S p r u n g oder W e c h s e l genannt. Die folgende Figur zeigt einen Wechsel an der Klippe von Tynemouth Castle an der Küste von Northumberland, welchen Professor Sedgwick beobachtete, und der, obschon er keine große Ausdehnung hat, doch einen deutlichen Durchschnitt bietet.



Durchschnitt eines Wechsels in der Tynemouth-Castle-Cliff.

An diesem Ort sind die Schichten gespalten und aus ihrer natürlichen Lage gerissen worden. Solche Wechsel kommen in Kohlenlagern und im Kupferschiefer häufig vor, und verursachen den Bergleuten große Unannehmlichkeiten, denn manchmal verlieren sie, wenn sie eine Strecke weit ohne Hinderniß in einem Lager fortgearbeitet haben, dieses plötzlich aus dem Gesichte, und viele Monate oder Jahre können darüber hingehen, ehe sie es wieder finden.

Eintheilung des geschichteten Gesteins.

Nachdem wir das verschiedene Aussehen der geschichteten Gebirgsarten dargestellt und erklärt und die Schwierigkeiten zu heben versucht haben, auf welche der angehende Geognost im Verlauf seiner Studien stößt, müssen wir uns zunächst mit der Erklärung der einmal angenommenen Klassifikationen der Gebirgsarten befassen. Diese Klassifikationen können ihrer Bestimmung nach nur als willkührliche Anordnungen betrachtet werden, welche das Studium der Wissenschaft erleichtern und einzelne Facta combiniren helfen sollen. Zur Bildung einer zweckentsprechenden Eintheilung ist daher genaue Vertrautheit mit einer großen Menge von Thatsachen unerläßlich, und man hat deßhalb auch die in der Kindheit der einzelnen Wissenschaften aufgestellten Systeme bei der späteren Erweiterung dieser Wissenschaft stets als unzulänglich erkannt. Davon gibt uns der allmählige Fortschritt der Geologie vielfache Beispiele. Anfangs war man sich unklar, ob ein auf den mineralogischen Charakter der Gebirgsarten oder ein auf ihre relative Lage zu einander gegründetes System den Vorzug verdiene; dieser Zweifel wurde durch die Erweiterung des Horizontes dieser Wissenschaft gehoben und der letztere Plan ist nun allgemein angenommen.

Die erste Eintheilung des Gesteins wurde auf die Entdeckung gegründet, daß einige Gesteinarten animalische und vegetabilische Ueberreste enthielten, während diese bei den andern mangelten. Die in der Reihenfolge am niedersten liegenden Gesteine, d. h. diejenigen, welche in der größten, bis jetzt durch unsere Forschungen erreichten Tiefe lagen, zeigten keine Versteinerungen. Man stellte daher die Vermuthung auf, daß diese vor Erschaffung der lebendigen Dinge gebildet worden seyen und nannte sie die primären oder Urformationen, Ur-Gebirge; die andere Klasse von geschichteten Gebirgsarten dagegen, welche solche organische Ueberreste enthielten, hieß man secundäre Formationen. Als aber die Wissenschaft fortschritt, erschien eine Zwischenklasse nothwendig, die eine Reihe von Lagern zusammenfaßte, welche aus den Fragmenten der Urgebirge gebildet waren, und man nannte diese die Uebergangs-Gebirge oder fragmentäre Formation. Seitdem ist noch eine weitere Klasse, die tertiäre Formation, hinzugekommen, welche die obern Schichten der secundären enthält, so daß nach diesem System die Mineralmassen, welche die Erdkruste bilden, von unten herauf gezählt, in folgende 4 Klassen getheilt werden können:

1) Die primäre oder krystallinische,
2) die Uebergangs- oder fragmentäre Formation;
3) die secundäre oder Flößgebirge;
4) die tertiäre oder obere secundäre Formation.

Diese Eintheilung galt allgemein in England, bis Conybeare seine

Geologie von England und Wales veröffentlichte. In diesem Werk war eine neue Eintheilung angenommen, und die Erdrinde in fünf Theile getheilt, welche die folgenden Klassen bildeten:

1) Die obere — tertiäre Ablagerungen.
2) Die obere mittlere — oberer Theil der secundären Klasse.
3) Die mittlere — Kohlenschichten und unterer Theil der secundären Gebirge.
4) Die untere mittlere — Uebergangs-Gebirge.
5) Die untere — Urgebirge.

Noch zweckmäßiger und übersichtlicher wurde die Folge der Gebirgsformationen von den untersten (ältesten) bis zu den obersten (jüngsten) neuerdings durch Humboldt, Cuvier, Bronn u. A. m. bestimmt. Wir zählen natürlich von unten herauf:

F. Alluvium oder angeschwemmtes Land, die späteste Formation nach der Sündfluth, mit der obersten allgemeinen Bodendecke.

E. Diluvium, aufgeschwemmtes Gebirge oder Schuttland, vermuthlich durch die in den mosaischen Schriften entstandene Sündfluth entstanden.

D. Tertiäre Formation — Molasse u. s. w.

C. Secundäre Formation — Rother Sandstein u. s. w.

B. Uebergangsgebirge, worin die ersten Spuren organischer Gebilde der Urwelt aus dem Thier- und Pflanzenreiche vorkommen; noch geschichtetes Gestein, Grauwacke, und die Uebergangs-Felsarten.

A. Urgebirge: ohne alle Spuren organischer Wesen, ohne alle Schichtung; Granit, Gneiß, Glimmerschiefer, Thonschiefer, körniger Kalkstein, Porphyr, Serpentin u. dgl.

Der Einführung neuer Eintheilungen ist mancherlei entgegen zu halten, und die Geologen nehmen nicht immer derartige Winke an, wenn sie sie auch für Verbesserungen halten. Wenn eine einmal festgestellte Eintheilung benützt wird, so sind dadurch die Gelehrten aller Nationen in den Stand gesetzt, ihre gegenseitigen Schriften zu verstehen. Nimmt man aber neue Ordnungen an, so kann eine beträchtliche Zeit darüber hingehen, bis sich der Fremde mit der Veränderung bekannt gemacht hat, und auch dann verhindern noch sehr oft Vorurtheile eine solche Annahme. Nur durch gelehrte Gesellschaften oder Uebereinkünfte unter Schriftstellern lassen sich solche Veränderungen mit Wirksamkeit einführen. Im Allgemeinen wird man aber eine alte Nomenclatur bei allen ihren Unvollkommenheiten einer neuen Verbesserung vorziehen. Das letzte der oben vorgeschlagenen Systeme ist jedoch unserer Ansicht nach so sehr über alle andern erhaben, daß wir

hoffen, man wird ihm eine Ausnahme von der allgemeinen Regel gewähren und es in Bälde annehmen.

Wir können hier natürlich auf die einzelnen Felsarten, welche die Glieder der unter A bis F erwähnten Gruppen bilden, nicht näher eingehen, da das vorliegende Kapitel lediglich nur einen allgemeinen Umriß des geologischen Theils der Erdkunde bezweckt. Weil aber Manchen das bisher Gesagte zu vertrauterer Bekanntschaft mit der Geologie und Geognosie angeregt haben dürfte, so verweisen wir solche unter unsern Lesern zu ihrer Fortbildung auf v. Leonhard's Mineralogie und dessen populäre Geologie und Geognosie (Stuttgart, Müller 1846 und 1847), wo sie durch die gemeinfaßlichste Darstellung in das reiche Gebiet dieser Wissenschaft eingeführt werden.

Alle Gebirge lassen sich in zwei Hauptklassen eintheilen: in geschichtete und ungeschichtete. Daraus ergibt sich die erste Abtheilung des Systems. Die nächste allgemeine Wahrheit ist: daß die niedern geschichteten Lager nicht immer Versteinerungen enthalten, so daß sich die geschichteten Gebirge noch weiter in versteinerungshaltige und nicht versteinerungshaltige eintheilen. Es bleibt dann nur noch übrig, die Schichten in Gruppen und Formationen zu theilen, und wir erhalten zugleich ein bequemes und verständliches System.

Es würde, wie erwähnt, nicht möglich seyn, all die Eigenthümlichkeiten und Beziehungen der Lager, welche zusammen die Erdrinde bilden, hier zu beschreiben. Wir werden daher zu einer Untersuchung der ungeschichteten Gebirge übergehen und dann einige Bemerkungen über die Kohlenlager geben, um die vorangeschickten Sätze näher dadurch zu erläutern

Ungeschichtete Gebirgsformationen.

Die ungeschichteten Gebirge sind in großer Ausdehnung auf der Erde vertheilt. Man kann jedoch nicht sagen, daß sie eine bestimmte Lage in den Gesteinreihen einnehmen; denn sie sind nach einander fast mit allen Gruppen verbunden. Die Geologen sind jetzt allgemein der Ansicht, daß sie ihre gegenwärtige Erscheinung und Lage durch die Thätigkeit des Feuers erhalten haben. Nach dieser Annahme läßt sich der Ursprung der Verschiedenheit in ihrer Erscheinung und in den Umständen, unter denen sie vorkommen, leicht erklären. Wir finden sie oft als Massen, die auf geschichtetem Gesteine ruhen und einen Anblick darbieten, ähnlich der Lava, die noch heutiges Tages von den Vulkanen ausgeworfen wird, während sie zu andern Zeiten als bloße Felsadern vorkommen und die Spalten ausfüllen, die aller Wahrscheinlichkeit nach durch den Druck der von der siedenden Masse aufsteigenden Dämpfe gebildet wurden.

Das ungeschichtete Gestein zeigt, wie sich seinem Ursprung nach erwarten läßt, eine große Verschiedenheit in Beziehung auf seinen mineralogischen Charakter, und an verschiedenen Orten wird dieselbe Gesteinmasse in verschiedenen Erscheinungsformen vorkommen. Da seine gegenwärtige Beschaffenheit von einer Einwirkung der Hitze abzuleiten ist, so müssen sich, welches auch die Anzahl Mineralien seyn mag, die bei deren Zusammensetzung vorkommen, viele Verbindungen gebildet haben, von denen einige größere, andere geringere Quantitäten besonderer Substanzen enthalten, welche je nach der Intensität der Hitze, die das Gestein erzeugte, einen verschiedenen Charakter haben. Da einige von den Mineralien, welche zur Zusammensetzung des ungeschichteten Gesteins beitragen, sich leichter schmelzen lassen, als andere, so können wir uns denken, daß die minder schmelzbaren in gewissen Perioden nicht in einen flüssigen Zustand übergingen, während andere, die der Einwirkung des Feuers weniger widerstanden, ausgeworfen wurden. Einige Schriftsteller haben den leisen mineralogischen Unterschieden, die durch diese und ähnliche Ursache entstanden, eine große Wichtigkeit beigelegt und den einzelnen Spielarten des Gesteins besondere Namen gegeben. Es ist jedoch zu bezweifeln, ob die Wissenschaft einen großen Vortheil aus dieser Absonderung gezogen hat, und die Zeit, die auf diese Beschreibung und Benennung verwendet wurde, hätte bei dem gegenwärtigen Stand unserer Kenntniß wohl besser dazu benutzt werden können, ihre allgemeinen Charaktere und ihre wahrscheinliche physische Bildung zu bestimmen.

Die Wichtigkeit der ungeschichteten Gebirge in Beziehung auf die Raumausdehnung, die sie auf der Erdoberfläche einnehmen, ist weit geringer, als die der andern Klassen. In Deutschland bedecken sie kaum den tausendsten Theil der Oberfläche; dieselbe Bemerkung ließe sich auch in Beziehung auf viele andere Länder machen. Im Allgemeinen nimmt dieses Gestein die höchsten Punkte in den Gegenden, wo es vorkommt, ein und einige der erhabensten Spitzen und Rücken an der Erdoberfläche sind daraus gebildet. Man darf jedoch nicht glauben, daß es immer an solchen Stellen vorkomme, denn obschon es einige Spitzen in der riesigen Gebirgskette von Südamerika, sowie in der der Alpen bildet, so findet man es doch auch bisweilen am Meeresgestade, sowie auf vielen Inseln des atlantischen Oceans.

Ein anderes bemerkenswerthes Factum ist der große Mangel an Zusammenhang bei dem ungeschichteten Gestein. Geschichtete Lager erstrecken sich häufig über ziemlich große Gegenden und lassen sich viele Meilen weit an der Oberfläche verfolgen; das ungeschichtete Gestein dagegen nimmt selten einen beträchtlichen Raum ein, sondern drängt sich unter dem geschichteten in beträchtlicher Entfernung von einer ähnlichen Gebirgsart

und in beziehungsweise kleinen Quantitäten herauf. „In Schottland,“ sagt Dr. Macculloch, „ist es nicht ungewöhnlich, daß man einen Theil dieses Gesteins von einigen Ellen Mächtigkeit (Durchmesser) auf viele Meilen weit von jeder andern Masse desselben Gesteins getrennt vorfindet, obgleich sie möglicherweise unter der Erde miteinander in Verbindung stehen können.“

Wir wollen hier nur einige Betrachtungen über die zahlreichste Klasse des ungeschichteten Gesteins, den Granit und Basalt, anstellen.

Granitgebirge.

Der Ausdruck Granit ist von dem Worte geranites abzuleiten, und der berühmte Naturforscher Tournefort war der erste moderne Schriftsteller, der sich dessen bediente. Zu der Zeit, wo dieser Mann schrieb, hatte der Ausdruck jedoch eine viel weitere Bedeutung, als man ihm jetzt beilegt, indem man damit jeden körnigen Stein bezeichnete.

Die Mineralien, aus denen gewöhnlich der Granit zusammengesetzt ist, sind Quarz, Feldspath, Glimmer und Hornblende. Die Verbindung von zweien oder mehreren derselben bilden den Granit. Daraus ergibt sich klar, daß der Granit eine sehr verschiedene Zusammensetzung habe. Der Feldspath ist im Allgemeinen das am reichlichsten vorwaltende Mineral; er ist jedoch, wie die andern, in seinen Verhältnissen verschieden und hie und da fehlt er ganz. Der Granit vom Montblanc ist aus Feldspath, Quarz und Chlorit zusammengesetzt. Der Granit von Aberdeenshire besteht aus Feldspath und Hornblende; der von Perthshire aus Quarz, Feldspath und Actinolit. Poulett Scrope spricht in seinem vortrefflichen Werke über das mittlere Frankreich von einem Granit, der in sehr großen Ausdehnungen in dem Departement der Haute-Loire und Ardeche vorkomme, und so viel Pinit enthalte, daß man denselben auf den dritten Theil des Gesteins anschlage. Daraus geht nun hervor, daß die Zusammensetzung dieses Gesteins eine mannigfaltige ist und seine Farbe von der des vorherrschenden Minerals abhängen muß. Man hielt den Granit früher für das ursprüngliche, d. h. dasjenige Gestein, auf welchem sich alle andern bildeten. Diese Ansicht hat sich nun als irrig herausgestellt, denn obgleich er häufig seine Stelle unterhalb sämmtlicher geschichteter Gesteinarten hat, so nimmt er doch nicht selten eine höhere Stellung ein. Werner theilt die Granite in drei Klassen: in die erste, älteste (Urgranit), welche unter allen Gesteinarten liegt; in die zweite, welche die andern Gesteine als Adern durchzieht, wie man dieß in Jona, Barra, Tirey und anderen Hebriden-Inseln sieht, und in die dritte, welche über anderen Gesteinen liegt, wie auf dem Gotthardt, wo sie über Glimmerschiefer, und zu Kielwig in Norwegen, wo sie über Thonschiefer liegt.

Der Granit kommt in Deutschland ziemlich häufig vor und ist auch schon seit den ältetsten Zeiten bekannt und als Baustein benützt. Am verbreitesten ist er in den großen Gebirgsmassen des südlichen und des mittleren Deutschlands, besonders im Schwarzwalde (im Murg-, Enz-, Gutachthale, am Feldberg, Blauen, bei Freiburg, bei Säckingen, am Hauenstein u. s f.), im Odenwald (bei Heidelberg, bei Dossenheim, der Strahlenburg, am Melibokus u. s. f.), in den Vogesen; dann nördlicher im Harze, dessen Kern er bildet, z. B. am Brocken und Rammberg ɾc., im Thüringer- und Frankenwald (z. B. bei Ruhl, Altenstein, Kleinschmalkalden, am Goferstein und Winterstein, bei Mehlis, Zelle, Suhl, bei Ilmenau u. s. w.). Im Fichtelgebirge bildet er die höchsten Kuppen des Gebirges, und tritt an der östlichen Seite desselben, am großen und kleinen Waldstein, Epprechtssteine, Kornberg, Ochsenkopf, Schneeberg, an der hohen Mätze, der Koffeine u. s. w. hervor, und läßt sich bis in den Schooß des böhmischen Gebirgs hinein verfolgen. Im Erzgebirge kommt der Granit in verschiedenen Spielarten und Altersstufen vor, häufig als Muttergestein von Zinn- und Eisenerzen, z. B. bei Eibenstock und Breitenhof; am mächtigsten erscheint er bei Elnbogen und Karlsbad, streicht von da nördlich über Wiesenthal, Johanngeorgenstadt, Eibenstock, Schneeberg bis in die Gegend von Freiberg und Tetschen; jüngerer Granit bei Waldheim, Meißen, Beckersdorf, im Muglitzthale bei Dohna bis zur Elbe hin; Schriftgranit bei Ehrenberg und Stolpen. Im Riesengebirge und der Oberlausitz erscheint Granit in Verbindung mit Gneiß als Kern des Gebirgs, und kommt an ungemein vielen Stellen zu Tage. Im Böhmerwald zeigt sich der Granit besonders gegen Süden und Südwesten zu, und bildet die höchsten Kuppen: den Rachel, Arber, Dreisesselberg u. s. w.; streicht bis Passau und Donaustauff, und dann über Schwarzenfeld und längs der Naab bis ins Herz des Fichtelgebirgs; im böhmisch-mährischen Gebirge erscheint er ebenfalls als Kern des Gesteins. — Die mächtige Gliederung des Karpathen-Zuges, in welchem der Granitgneiß vorherrscht, zeigt in den höchsten Spitzen des Tatra-Gebirges und im ganzen Urgebirge Ungarns, besonders in dem Grundgebirge zwischen Preßburg und Miava, wirklichen Granit.

Daß der Granit in den Alpen und ihrem Gebiete eine mächtige Rolle spielt, ist beinahe selbstredend; in einer Ausdehnung von mehr als 80 geographischen Meilen durchzieht er die Alpenkette, nimmt aber kaum $^1/_{10}$ ihrer Masse ein. Er ist vorzugsweise im westlichen Theile der Alpen häufig, streicht von hier hinüber an den Brenner, in's Pinzgau und das umliegende Hochgebirge, wird aber weiter ostwärts von den schieferigen Urgebirgsarten verdrängt. Aus dem grobkörnigen, sogenannten Urgranit

besteht der Kern der Alpen, sowie die Spitzen des Gotthard, des Montblanc, Monte Rosa, Bernhard u. s. w.; der jüngere Granit bildet die Kuppen am Finsteraarhorn, Schreckhorn, Breithorn, der Jungfrau, dem Stellihorn, Tosenhorn, Tristenhorn, Sidelhorn u. s. f. Der Granit der Alpen ist fast durchaus reich an schönen Mineralien, an Metallen, dann an besonders schönen Krystallen. Wie in andern Gebirgszügen der Erde, so entspringen auch in den Alpen viele heiße Quellen aus dem Granit und es läßt sich fast mit Bestimmtheit sagen, daß, wo Granit vorkommt, das Gebirge in seiner äußeren Gestaltung immer einen großartigen, wildromantischen, zerrissenen aber überaus malerischen Charakter trägt.



Die Aiguille de Dru im Chamouny-Thale.

Ein neuerer Reisender beschreibt das merkwürdige Aussehen einer Granitspitze in Chamouny-Thal, welche dem Leser einen ungefähren Begriff von dem Charakter der Gebirgs-Gegenden geben kann, wo der Granit vorwaltet. „Derjenige Punkt des Chamouny-Thales," heißt es dort, „welcher nächst den Gletschern am meisten ins Auge fällt, ist die Aiguille de Dru, ein spitzges Granithorn, das sich bis zu einer Höhe von 11,000 Fuß über den Meeresspiegel erhebt und scheinbar von allen es umgeben-

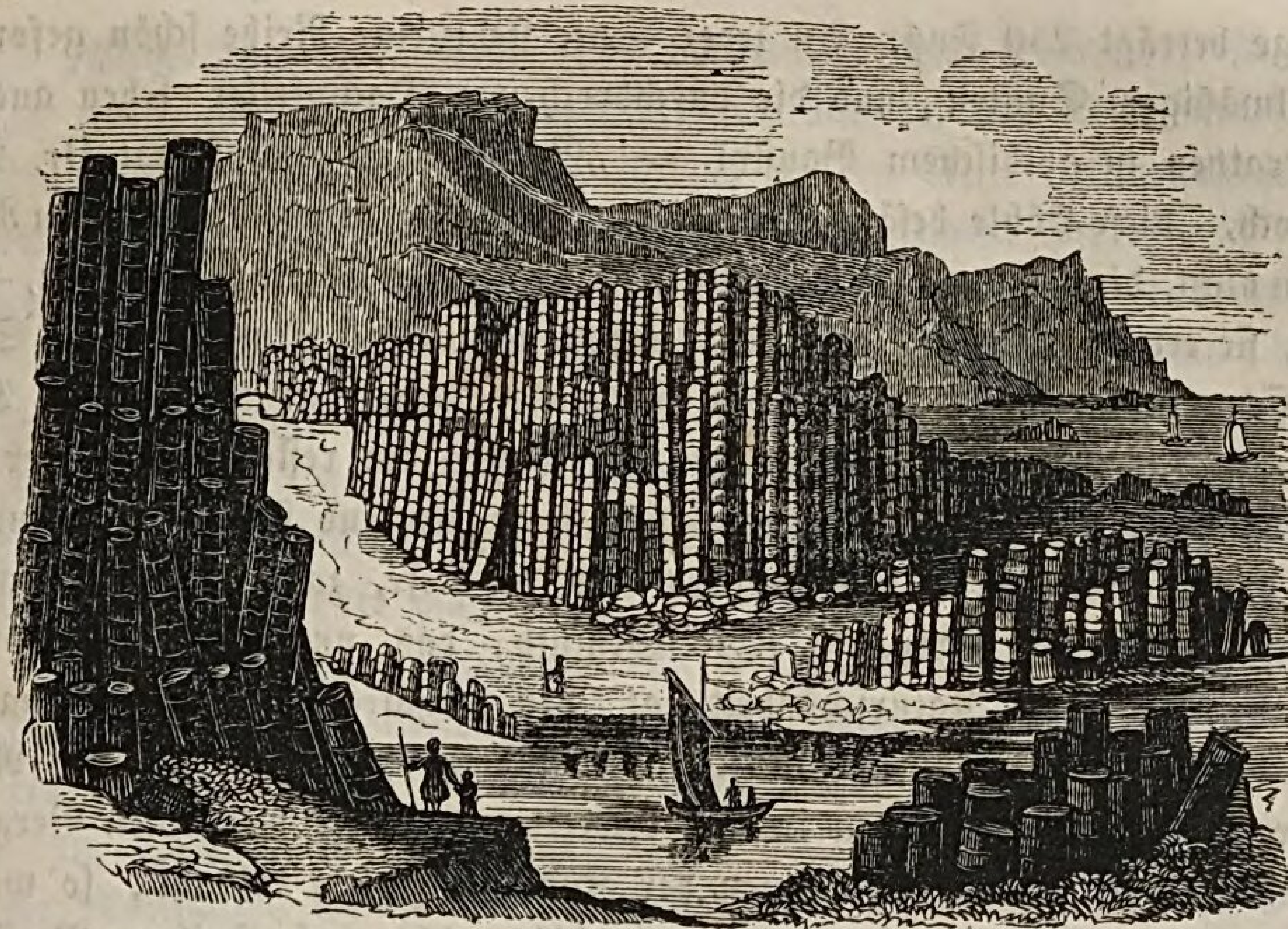
den Gebirgen getrennt ist. Der obere Theil dieser Spitze erhebt sich in einem festen Schaft mehr als 4000 Fuß hoch, fast bis zu einem einzigen Pünktchen. Sie ist gänzlich unersteiglich; ihre Wände sind abgerundet und sollen so glatt und gleichsam abgeschliffen seyn, wie man irgend nur an Granitfelsen wahrnimmt, die der Einwirkung des Meeres ausgesetzt sind. Auf welche Weise sie ihre gegenwärtige Gestalt erhalten hat, ist schwer zu sagen. Wenn man sich dem Glacier de Bois nähert, so wird man unwillkührlich zur Bewunderung dieser isolirten Granitzacke hingerissen, die bis zu einer so erstaunlichen Höhe in die Wolken aufschießt."

Obwohl aber der Granit in einigen der höchsten Gebirgsketten gefunden wird, wie im Himalaya-Gebirge und in den Alpen, so kommt er doch auch beziehungsweise in niederen Gegenden vor. Ein geschickter Geolog kann im Allgemeinen das Vorhandenseyn dieses Gesteins an der seltsamen, aber fast unbeschreiblichen Mannigfaltigkeit der Umrisse erkennen, die er einer Gegend verleiht. Das eine Mal bildet er eine Reihe von Gebirgen oder einen einzelnen Pik, das andere Mal erscheint er kaum an der Oberfläche, wie wenn die Kraft, die ihn emporhob, durch die Widerstandsfähigkeit des Gesteins, von welchem er bedeckt war, in ihrer Thätigkeit gehemmt worden wäre.

Basalt (Trapp) - Gebirge.

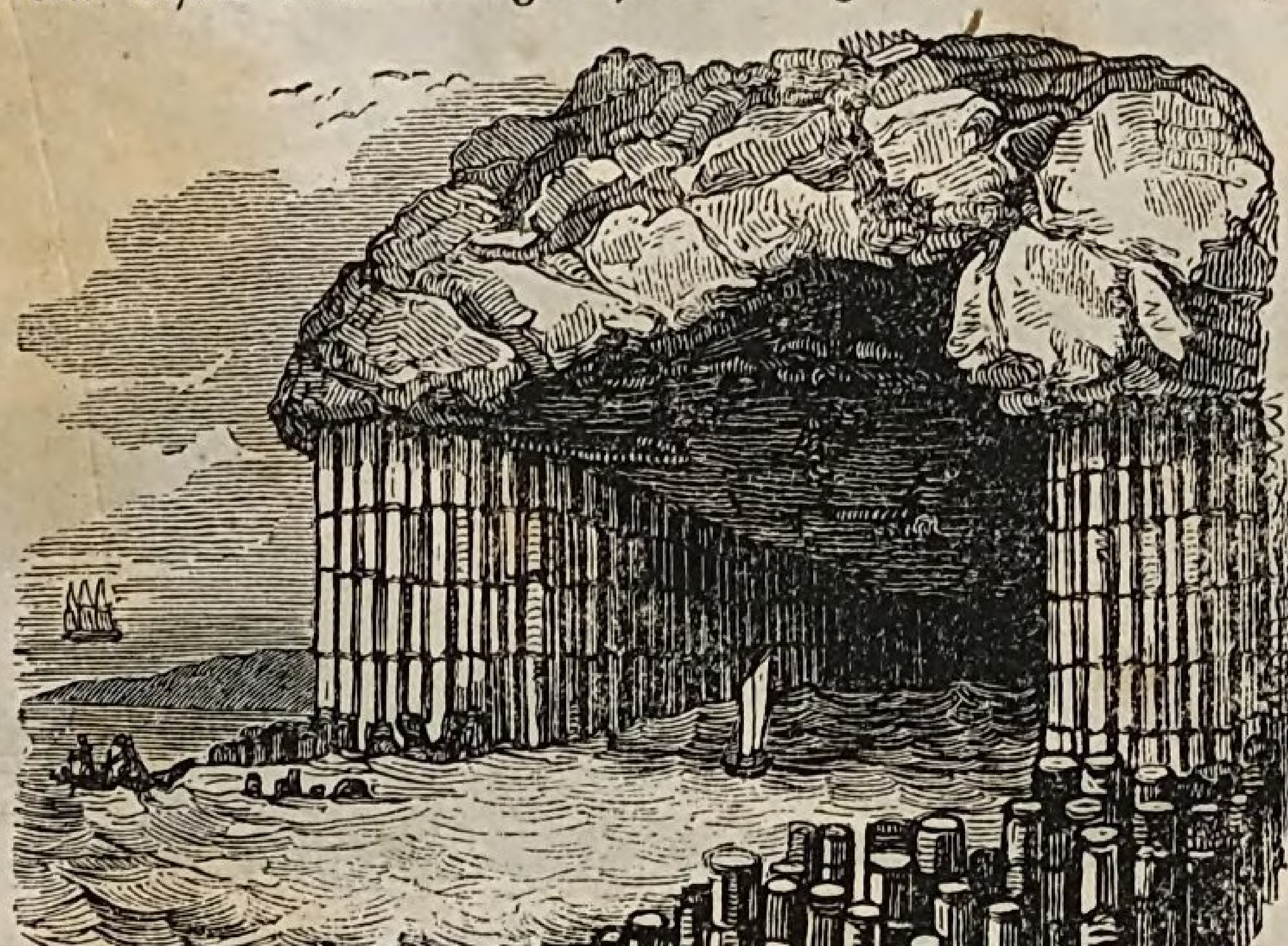
Eine Reihe von Felsarten, deren mineralogischer Charakter sie einander ähnlich macht, wird unter dem allgemeinen Ausdruck Basalt (auch Trapp von dem schwedischen Wort trappa [Treppe], weil sie oft einen treppenähnlichen Anblick darbieten) zusammengefaßt. Die Unterabtheilungen dieser Klasse von Gestein zeigen einen sehr verschiedenen Anblick, und sind durch verschiedene Namen bezeichnet. So haben wir Basalt, Grünstein, Klingstein und andere. Man glaubt, diese Gebirgsart sey wie der Granit durch Feuereinwirkung entstanden; sie ist nicht nur mit geschichtetem Gestein untermischt, sondern hat auch die in diesem entstandenen Spalten ausgefüllt, und so Adern gebildet.

Einer der seltsamsten Umstände, welchem wir bei dem Basaltgebirge begegnen, ist die säulenartige Construction, die es bisweilen zeigt. Der Riesendamm und die Fingalshöhle sind zwei mit Recht berühmt gewordene Beispiele hievon. Der Riesendamm liegt an der nördlichen Küste von Antrim in Irland, und beginnt auf der einen Seite am Grund einer, 600 Fuß über das Niveau des atlantischen Meeres aufsteigenden Felsenklippe. Der Damm besteht aus einer ungeheuren Anzahl Säulen, welche eine beträchtliche Strecke über die Grenze der Ebbe hinaus in das Meer gehen. Ihre Länge wird zur Zeit der Ebbe auf etwa 600 Fuß, und ihre größte



Der Riesendamm in Irland.

Breite auf ungefähr 240 Fuß geschätzt. Die Höhe der Säulen ist verschieden, die Mehrzahl nicht über 20 Fuß hoch, während andere 36 Fuß messen. Jenseits der Säulenmasse aber, welche den genannten Riesendamm bildet, findet sich noch eine große Menge derselben Gattung, die in einem weiten Umkreis über das Land verbreitet ist. Jener Damm ist in der That nur ein Theil einer ausgedehnten Gegend, die aus Basalt besteht.



Die Fingalshöhle auf der Insel Staffa.

Die Fingalshöhle auf der Insel Staffa, einer der Hebriden, ist aus demselben Gestein gebildet, wie der Riesendamm. Der Eingang in diese herrliche Höhle ist etwa 50 Fuß breit und 100 Fuß hoch. Die ganze

Länge beträgt 250 Fuß. An jeder Seite steht eine Reihe schön geformter regelmäßiger Säulen, und die durchbrochenen Dachpfeiler sehen aus wie Zierrathen in gothischem Baustyl. — „Gesetzt aber auch," sagt Dr. Macculloch, „diese Höhle besäße jene Ordnung, jene Symmetrie und jenen Reichthum nicht, die aus der Mannigfaltigkeit der einzelnen Theile entspringen, — gesetzt, sie ermangelte der Größe der Dimensionen und der Einfachheit des Styls, die sie auszeichnet, so würde doch die große Länge, das Düster der Dämmerung, das in den mannigfaltigen Wirkungen der reflectirten Lichter halb verschwindet, das Echo der regelmäßig steigenden und fallenden Brandung, das durchsichtige Grün des Wassers und die tiefe, zauberhafte Einsamkeit der ganzen Scene gewiß auf jedes Gemüth, das nur irgend einen Sinn für Kunst- oder Naturschönheit hat, den lebhaftesten Eindruck machen. Wenn wir dazu jene eigenthümliche Empfindung rechnen, die die Natur vielleicht dann am innigsten in uns erweckt, wenn sie uns einen Vergleich zwischen ihren Werken und denen der Kunst zu ziehen erlaubt, so werden wir gestehen müssen, daß die Fingalshöhle nicht umsonst ihrer Berühmtheit genießt." — Noch viele andere von den Hebriden zeigen schöne Denkmale von Basalt, worunter wir besonders die malerische Insel Egg erwähnen.



Die Basaltkuppe Scuir auf der Insel Egg.

Der Berg Scuir, die merkwürdigste Erscheinung auf dieser Insel, ist eine ungeheure säulenartige Basaltmasse von der Gattung, die man Pechstein-Porphyr nennt, und erhebt sich mehr als 1300 Fuß über den Meeresspiegel. Ein deutscher Reisender, der das merkwürdige Eiland besucht hat,

sagt: „Wenn man den Scuir von der einen Seite betrachtet, so zeigt er das Bild einer langen, unregelmäßigen Mauer, die den Gipfel des höchsten Berges krönt, während er auf der andern Seite einem ungeheuren Thurme gleicht. Oft schweben die Wolken um seinen Gipfel und fügen zu dem erhabenen Scheitel noch ideale Dimensionen hinzu, oder machen, wenn man ihn ganz unten betrachtet, den Eindruck eines Thurms, dessen Spitze in der Region der Wolken liegt. Gewöhnlich schweben sie um seine Basis hin, hüllen die ungeheure schwarze Masse in ein neues Düster, und gleichen so dem Schloß irgend eines arabischen Zauberers, das, auf Wolken gebaut, in der Luft hing.

Wir haben einige Beispiele von der Säulenconstruction angeführt, die das Basaltgestein bisweilen annimmt. Man darf dieß jedoch nicht als ein allgemeines Vorkommniß betrachten. Der Basalt wird nicht selten über dem geschichteten Gestein gefunden, und in diesem Zustand besitzt er all die Merkmale, welche neuere vulkanische Produkte charakterisiren. Es kommt nicht selten vor, daß der Basalt Berggruppen oder Gebirgsrücken bildet, die eine beträchtliche Erhebung und abgerundete Formen haben; ein andermal zeigen die Gegenden, in denen er vorkommt, niedere und weiche Wellenlinien. Diese Milde der Umrisse mag vielleicht einigermaßen ihrem feuergeborenen Charakter und den Umständen zuzuschreiben seyn, unter denen sie gebildet wurden; in noch weit größerem Maaße aber der raschen Zersetzung der Gebirge, die in Folge der nachgiebigen Natur ihres Materials eintrat. Es gibt jedoch noch eine andere Form, unter der das ungeschichtete Gestein zu unserer Kenntniß gelangt, nämlich als Ader.

Granit= und Basaltadern.

Es ist bereits gesagt worden, daß man häufig findet, wie ungeschichtete Massen andere Gesteine in Form von Adern durchziehen. Diese Erscheinung gibt uns ein Zeugniß davon, daß jene sich in einem Zustand feuriger Schmelzung befanden, denn nur mit dieser Annahme können wir uns das Daseyn der Adern erklären.

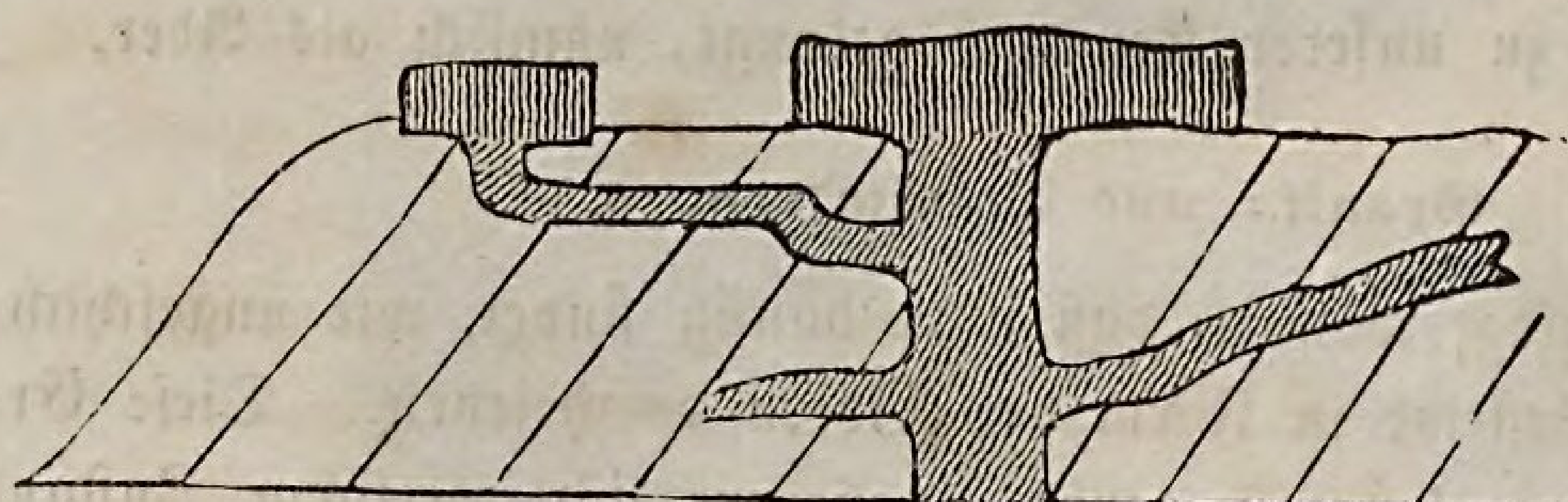
Wenn wir uns Granit oder Basalt unter einem geschichteten Gestein gelagert und durch Hitze in Flüssigkeit versetzt denken, so ist klar, daß sie in jede Spalte, die entsteht, eindringen und dort, sobald sie durch Abkühlen in einen festen Zustand versetzt sind, eine Ader bilden müssen. Ebenso wird ein geschmolzenes Gestein, das über einem andern fließt, in alle Oeffnungen an seiner Oberfläche eindringen.

Vor einigen Jahren, als die Werner'sche Theorie noch mehr in Geltung war, wurde die Existenz von Granitadern von vielen Geologen bezweifelt; wir haben aber jetzt hinreichende Beispiele hievon. In der Nähe

von Lands End in Cornwall und in den Alpen, sowie in vielen Theilen Schottlands, besonders in Glen Tilt, sind sie vielfältig von Beobachtern verfolgt worden.

Die Adern haben sich in verschiedenen Perioden der geologischen Aera gebildet. Diese Thatsache ergibt sich nicht nur aus dem Charakter und Alter der Gesteinarten, die sie durchziehen, sondern auch aus dem Umstand, daß sie an einigen Stellen von andern Adern durchschnitten werden. Der Anblick, den der Durchschnittspunkt gewährt, setzt den Beobachter in den Stand, ihr relatives Alter zu bestimmen. Auch Basaltfelsen haben sich in die geschichteten Lager eingeschoben. Es gibt vielleicht keinen bessern Ort zur Untersuchung des Gesteins, als die Küsten und Inseln von Schottland, die von Dr. Macculloch so vortrefflich beschrieben worden sind. Man vermag nicht immer die Adern des ungeschichteten Gesteins bis zu der Masse zu verfolgen, von der sie ausgingen; doch kann dieß in den meisten Fällen geschehen. In andern aber ist, wie man sich leicht denken kann, die Masse zu tief unter der Oberfläche der Erde gelagert.

Die Größe dieser Adern ist, sowohl was Länge als was Breite betrifft, außerordentlich verschieden. In der Breite schwinden sie oft von vielen Ellen bis zu wenigen Zollen zusammen, während sie in der Länge eine Differenz von einer Meile bis zu einem Fuß zeigen. Man kann jedoch als allgemeine Regel annehmen, daß die Basaltadern weit ausgedehnter sind, als die Granitadern; auch sind sie gewöhnlich mehr vertikal.



Durchschnitt von Trapp- oder Basaltadern.

Die Adern unterscheiden sich auch noch in einer andern Beziehung. Einige sind so zu sagen unermeßlich dicke Mauern und trennen die Schichten, ohne von ihrer senkrechten Richtung abzuweichen. Andere dagegen weichen von einer Seite nach der andern ab und charakterisiren sich durch weite Verzweigungen. Dieß ist im Allgemeinen der Grundzug der Granitadern und bisweilen auch der Basaltadern.

Der Basalt und seine verwandten Felsarten, welche man gemeinhin unter dem Namen der Trappformation zusammenfaßt, spielen in den geognostischen Verhältnissen unseres deutschen Vaterlandes ebenfalls eine wichtige Rolle. Der Kaiserstuhl bei Freiburg, die Trappberge von Altbreisach am rechten Rheinufer und die Limburg zeigen merkwürdige Beispiele jener Formation. In der Eiffel und dem Vogels-

Gebirge, sowie im Westerwalde bei Siegen, Dillenburg, Selters u. s. w., ist der Basalt beinahe die mächtigste vorherrschende Gebirgsart, und tritt in einer unendlichen Mannigfaltigkeit von Erscheinungen auf. — Ein ähnliche Basalthöhle wie die Fingalshöhle auf der Insel Staffa besitzt auch Deutschland in der sogenannten Käsegrotte, bei dem Dorfe Bertrich in Rheinpreußen, Regierungsbezirks Coblenz, das auch durch seine alkalische Mineralquelle bekannt ist. Ueberhaupt lassen sich die Basalt- und Trappgebilde in einem langen Zuge von der Auvergne in Frankreich, einst dem vulkanischen Heerde von Mitteleuropa, in nordöstlicher Richtung bis in's Herz von Deutschland herein verfolgen.

Metalladern.

Außer dem ungeschichteten Gestein kommen auch noch andere Substanzen in Adern vor, vor allen die Metalle. Die Metallerze sind bisweilen durch die Masse zerstreut, wie Zinn im Granit, bisweilen findet man sie in Bündeln, wie in den Kupferminen von Ecton in Staffordshire; ein andermal kommen sie in Lagern vor, wie in Thüringen. In Deutschland aber findet man sie gewöhnlich in Adern, welche die Bergleute Gänge heißen. Man darf jedoch nicht glauben, daß diese Adern ganz mit Metall angefüllt seyen; im Allgemeinen nimmt das Erz nur einen Theil der Adern ein und der andere Theil ist entweder ganz leer oder mit zerbröckelten Erdsubstanzen ausgefüllt, die man das taube Gestein nennt.

In Betreff der Dicke zeigen die Adern bedeutende Unterschiede. Humboldt beobachtete eine Spathader in den Schweizeralpen, die 140 Fuß dick war. Metalladern sind im Allgemeinen schmäler, doch liegen die Bergwerke von Pasco in Peru in einer Ader von silberhaltigem Brauneisenstein, die 1300 Ellen mächtig ist. Einige von den Zinnadern in Cornwall sind nicht mehr als 3 Zoll dick, während andere 30 Fuß messen. Die allgemeine Dicke der Kupfer- und Zinngänge in dieser Grafschaft beträgt von einem Fuß bis zu drei Fuß; und man hat die Beobachtung gemacht, daß das Erz dieser Adern viel weniger mit fremden Bestandtheilen vermischt ist, als das weiterer Adern.

Wenn eine Ader, die in einem Gestein ausgiebig war, in ein anderes übertritt, so setzt sie sehr selten ihre Ergiebigkeit fort; und es ist eine merkwürdige Erscheinung, daß man die Adern je nach der Natur des Gesteins, in dem sie liegen, reich oder arm findet. Die Bleiadern vergrößern sich und werden reicher, wenn sie von Sandstein oder Schiefer in Kalkstein übergehen. Es ist bekannt, daß sämmtliche Bleiminen von Northumberland und Durham in diesem Gestein liegen; je tiefer man in diesen Grafschaften die Adern verfolgt, desto ärmer werden sie. Allein in

den Kupferminen von Cornwall werden die Adern immer reicher, je weiter man geht, und man weiß nicht, daß sie jemals ein Ende genommen haben, obgleich mehrere derselben bis zu einer Tiefe von 1000 Fuß unter der Oberfläche und einige sogar bis auf 1500 Fuß verfolgt wurden.

Nur Ein Zinnerz, das natürliche Zinn=Oxyd (native oxide) wird bisweilen, aber selten, bei den Kupfererzen gefunden. Es ist jedoch durchaus nicht ungewöhnlich, daß diese Erze aufeinander folgen. Man verfolgt das Zinn vielleicht auf 80 oder 100 Fuß und findet dann einen Kupfergang. Wird jedoch zu Anfang der Ader reichliches Kupfer gefunden, so weiß man nie, daß Zinn darauf folgte.

Die neuesten Adern, welche gegen Norden und Süden laufen, werden Kreuzadern genannt. Sie durchschneiden diejenigen, welche nach Osten und Westen zu liegen. Dieser Umstand führt uns zu dem Schlusse, daß die östlichen und westlichen älter als die nördlichen und südlichen seyen, welche gewöhnlich mit thonigten Substanzen gefüllt sind und nur wenig Erz enthalten. Die metallhaltigen Adern laufen immer gegen Osten und Westen. Eine Kreuzader stört häufig die Richtung einer andern, die nach Westen und Osten zu liegt, und man braucht dann viele Monate, bis man diese wieder findet. Es ist nicht lange her, daß man in einer Entfernung von 450 Fuß von der Kreuzader die Hauptader wieder fand, die durch jene in ihrem Laufe gehemmt worden war.

Der Ursprung der Metalladern ist keineswegs so klar, als der der Granitadern. Es ist sehr natürlich, daß viele von ihnen auf dieselbe Weise, wie die Adern des ungeschichteten Gesteins, durch Einschiebung von unten gebildet worden sind. Allein diese Annahme erklärt keineswegs die Veränderung im Charakter und der Dicke der Adern, die man bemerkt hat, wenn sie ein Gestein verlassen und in ein anderes treten. Das allgemeine Streben der Adern, eine nördliche und südliche oder eine östliche und westliche Richtung anzunehmen, ist ein weiteres, durch diese Theorie nicht erklärtes Factum. Man hat vermuthet, daß die Electricität bei ihrer Bildung mit thätig gewesen sey, und die von Fox angestellten Experimente verleihen dieser Meinung einige Wahrscheinlichkeit. Es sind jedoch weitere Forschungen nothwendig, um irgend eine bestimmte Theorie festzustellen.

Kohlenlager.

Nachdem wir die allgemeinen Charaktere und Erscheinungen der zwei großen Gesteinarten, des geschichteten und des ungeschichteten, erklärt haben, wollen wir durch eine Beschreibung einer jener Lagerreihen, die man Formationen nennt, zu einer Erläuterung ihrer Verbindung untereinander

übergehen. Zu diesem Endzweck wählen wir die Kohlenlager, nicht nur weil sie das wichtigste und nützlichste Mineral, die Steinkohle, liefern, sondern auch weil sie für unsern Zweck geeigneter sind, als jede andere Gesteinklasse.

Die Kohlenlager bestehen aus zahlreichen Schichten von Sandstein, Schiefer oder Thonschiefer und Kohle, unregelmäßig untereinander geschichtet. Die Kohle kommt nicht als eine unvermischte Schichte von beträchtlicher Dicke vor, sondern als eine Reihe von bestimmten Lagern, in einzelnen Fällen 30 bis 40, die mit Sandstein und Schiefer abwechseln.

Der Schieferthon oder Schiefer, den die Bergleute auch „schwarzes Metall" nennen, bildet häufig beinahe Dreiviertel der Masse der Kohlenlager. Der Sandstein dieser Lager wird, wenn er hart ist, zu Mühlsteinen, die weicheren Gattungen zu Filtrirsteinen verwendet. Ein anderes Gestein, das häufig in den Kohlenschichten vorkommt, ist der Thoneisenstein, so genannt wegen der großen Menge Eisen, die man daraus gewinnt. Nächst der Kohle ist er der bedeutendste Bestandtheil der Kohlenschichten.

Die Kohlenlager sind reich an vegetabilischen Ueberresten, und der Kohle selbst schreibt man sehr allgemein einen vegetabilischen Ursprung zu. Das häufige Vorkommen von vegetabilischen Ueberresten in den abwechselnden Schichten dieser Formation spricht sehr für den vegetabilischen Ursprung der Kohle, und der Zustand, worin man sie findet, indem die Holztheile gewöhnlich nur in Kohle oder in eine Substanz verwandelt sind, die beinahe dieselbe chemische Zusammensetzung hat, ist ein Beweis zu Gunsten dieser Ansicht.

Es ist bekannt, daß man in vielen Gegenden Englands Anhäufungen von Holz und Pflanzen gefunden hat, die, obwohl sie jetzt mit mineralischen Ablagerungen vermengt sind, in einer nicht sehr fernen Periode auf dem Flecke wuchsen, wo sie begraben sind. Man findet diese vegetabilischen Ablagerungen in verschiedenen Zuständen; bisweilen ist das Holz so vollkommen, daß Charakter und Gattung des Baums leicht bestimmt werden können, während es ein andermal ganz zersetzt ist und eine so große chemische Veränderung durch Feuchtigkeit und Druck erlitten hat, daß sich sein vegetabilischer Ursprung kaum erkennen läßt. Jene Substanz, welche Torf genannt und von den niedern Klassen mancher Länder als Brennmaterial benützt wird, ist ein vegetabilischer Ueberrest von der letztern Art. An andern Orten finden wir Vegetabilien in jene wohlbekannte Substanz umgewandelt, die Erdpech heißt, und aus der man kleine Schachteln und andere Spielsachen verfertigt. Der vegetabilische Ursprung des Erdpechs unterliegt nicht dem geringsten Zweifel, denn man hat Beispiele, wo die eine Hälfte eines Baumstammes ihren natürlichen Cha-

rakter beibehielt, während die andere Hälfte in reines Erdpech verwandelt (bituminisirt) war. Die Eigenschaften dieser Substanz und einer unvollkommenen Kohle, der sogenannten Cannel-Kohle, sind dieselben, und ihre äußere Erscheinung zeigt oft eine sehr große Aehnlichkeit.

Es läßt sich so eine Reihenfolge von Veränderungen von der Pflanze bis zur Kohle verfolgen, und alle andern Beweisgründe abgerechnet, ist dieses Factum schon ein ziemliches Zeugniß von dem wirklichen Ursprung der Kohlenlager. Keinerlei Aehnlichkeit findet sich aber zwischen den Vegetabilien der Kohlenlager und denen der unterseeischen Wälder, die sich in beziehungsweise neueren Zeiten gebildet haben oder noch bilden. In beiden Fällen sind die Schichten mit mineralischen Ablagerungen untermengt; aber die Pflanzen, die den neueren Formationen angehören, sind durchaus nicht anders geformt, als diejenigen, welche gegenwärtig in den Gegenden wachsen, wo man diese Lager findet. Die Eiche, die Buche, die Ulme, die Erle und der Haselstrauch sind auch in den unterseeischen Wäldern entdeckt worden und zugleich mit ihnen die Haselnuß, wie auch gewöhnliche Hausgeräthschaften und halbzerstörte Münzen, was Alles auf eine neuere Formation hindeutet. Die Pflanzen dagegen, welche man in den Kohlenlagern findet, haben mit den gegenwärtig in England wachsenden durchaus nichts gemein.

Die in diesen Kohlenlagern gefundenen fossilen Pflanzenreste konnten nach der Ansicht der berühmtesten Botaniker nur in tropischen Gegenden existirt haben. Wenn nun diese Pflanzen in einer Gegend wuchsen, welche eine Temperatur hatte, die wenigstens eben so warm war als die der Wendekreise, so muß entweder das eine oder das andere geschehen seyn: d. h. sie müssen entweder von einem sehr fernen Orte durch das Wasser hergetrieben worden seyn, oder es muß sich, wenn sie an dem Orte wuchsen, wo man ihre Ueberreste findet, die Temperatur der Erde seit Bildung der Kohlenlager verändert haben.

Der Zustand der vegetabilischen Ueberreste läßt nach der Ansicht der hervorragendsten Geologen die Vermuthung nicht zu, daß sie aus irgend einer Entfernung her durch das Wasser in ihre gegenwärtigen Lagen gebracht worden seyen. Man findet sie im Allgemeinen flach liegend, also Stengel und Blätter parallel mit der Richtung der Schichten, doch nicht überall. Witham führt an, daß er sie in einer vertikalen Lage gefunden habe, und spricht noch besonders von dem Vorkommen einer großen Anzahl versteinerter Vegetabilien unter der großen Hauptkohlengrube zu Newcastle, deren Wurzeln in einer Kohlenfuge lagen und die aussahen, als ob sie an demselben Flecke eingebettet worden wären, wo sie wuchsen. Dasselbe bemerkte auch Brogniart in St. Etienne. Diese Facta scheinen

die Vermuthung, daß die vegetabilischen Ueberreste aus einer beträchtlichen Entfernung nach den Orten getrieben worden seyen, wo sie jetzt eingebettet liegen, zu widerlegen.

Als einen weiteren Beweis gegen den Transport der Pflanzen der Kohlenlager führt man an, daß sie alle weit mehr beschädigt seyn müßten, als sie wirklich sind, wenn sie auf diese Weise in ihre gegenwärtige Lage gebracht worden wären. Eine Pflanze von zartem Gewebe kann nicht lange im Wasser liegen — außer in beträchtlicher Tiefe unter der Oberfläche desselben — ohne sich zu zersetzen oder wenigstens eine Beschädigung ihrer äußern Charaktere zu erleiden. Die in den Kohlenlagern gefundenen Vegetabilien zeigen aber durchaus keine solchen äußerlichen Spuren der Beschädigung. Ihre Blätter sind schön erhalten und ihre Nervatur noch sehr deutlich zu erkennen.

Diese Betrachtungen führen zu dem Glauben, daß die vegetabilischen Ueberreste der Kohlenlager nicht von der Ferne hergeführt worden seyn konnten, sondern vielmehr an den Orten, wo sie gefunden wurden, oder in der Nähe derselben wuchsen, daß somit die Temperatur der Erdoberfläche eine Veränderung erlitt.

Wenn diese Ansicht durchgeht, so läßt sich die weitere interessante Frage aufstellen: welche Ursachen es gewesen seyn mögen, die die Temperatur der Erdoberfläche in jenen nördlichen Breiten, wo die Ueberreste tropischer Vegetation entdeckt wurden, gemindert haben? Viele Geologen sind der Ansicht, daß das Innere der Erde in einer früheren Zeitperiode eine viel höhere Temperatur gehabt habe, als gegenwärtig, und daß das Abkühlen der Oberfläche jene Veränderung hervorgebracht habe. Diese Ansicht, welche Humboldt und viele andere ausgezeichnete Geologen vertheidigen, genügt offenbar zur Erklärung der Veränderung, die seit der Zeit, wo die tropischen Pflanzen der Kohlenlager auf unserem Boden wuchsen, vor sich ging.

Lyell erklärt die Veränderung der Temperatur nach einem andern Grundsatz. Er glaubt, daß die Temperatur eines Orts von den relativen Verhältnissen des Hochlandes und der See in der Nähe der Pole abhänge. Je höher das Polarland, desto größer die Kälte, je näher das Land am Aequator und je größer die Quantität des Meeres an den Polen, desto höher und gleichmäßiger vertheilt die Temperatur. Als Beweis dafür führt er an, daß in Van-Diemens-Land unter 42 Grad südlicher Breite baumähnliche Farrenkräuter wüchsen, eine ähnliche Vegetation aber unter derselben Breite auf der nördlichen Halbkugel nicht gefunden werden könne, wo das Klima weniger gleichmäßig sey. Dieß ist seiner Ansicht nach dem Umstande zuzuschreiben, daß gegen Norden mehr und höheres Land sich be-

finde, als gegen den Südpol hin. Lyell's Theorie wird sich daher in dem folgenden Satze zusammenfassen lassen: Die Oberfläche der Erde hat sich durch die Einwirkung der Flüsse, Strömungen, Erdbeben, Vulkane und anderer Ursachen verändert, und verändert sich noch immer, und der Unterschied in den Verhältnissen und Lagen von Land und Wasser reicht hin, uns jede Veränderung der Temperatur der Oberfläche, die etwa geschehen konnte, zu erklären.

Welcher Theorie man sich aber auch zuneigen mag, um darnach die höhere Temperatur unserer Erde zur Zeit der Ablagerung der Kohlenschichten zu erklären, so erleidet es doch keinen Zweifel, daß die Pflanzen, an denen jene so reich sind, in einem tropischen Klima wuchsen. Zur Bildung der Kohlenlager, die man z. B. in England findet, bedurfte es der üppigen Vegetation eines Aequatorialklima's, und es ist nicht denkbar, daß die armseligen Brennstoffe der Wälder, wie sie bei der gegenwärtigen Temperatur des Landes bestehen, zu diesem Zwecke hingereicht hätten. Wenn dagegen der Leser eine Vorstellung von dem Zustand der ungeheuren Wälder Brasiliens, die fast so dicht verwachsen sind, daß sie eine menschliche Forschung gar nicht zulassen, oder den üppigen und ausgedehnten Waldungen an den Ufern des Missouri, zu fassen, wenn er eine Schätzung von der unermeßlichen Quantität vegetabilischen Stoffes zu machen vermag, der dort das ganze Jahr hindurch und ein Jahr um das andere seit Jahrhunderten erzeugt wird, dann vermag er sich auch den physischen Zustand jenes Landes ungefähr zu vergegenwärtigen, wo die Vegetabilien der Kohlenlager wuchsen; denn ebenso mußten auch das Klima, ebenso die Forsten gewesen seyn, welche jene Pflanzen erzeugten, die vom Schöpfer dazu bestimmt waren, eine Quelle des Wohlergehens für seine noch ungeborenen Geschöpfe zu werden. Und wir können die Bemerkung nicht unterdrücken, daß uns hier auf eine höchst interessante Weise die Güte vor Augen tritt, welche den großen Endzweck des Schöpfers — die Bildung einer für den Wohnsitz des Menschen tauglichen Welt — vorbereitete, sowie die hohe Einsicht, die diesen Zweck zur Vollendung brachte.

Das ungeschichtete Gestein ist so innig mit den Kohlenlagern verbunden, daß man jenes fast als einen wesentlichen Theil der Formation angesehen hat. Obwohl wir es aber nur als einen zufälligen aber häufigen Eindringling betrachten können, so läßt sich doch nicht läugnen, daß die Kohlenlager durch das Einschieben desselben bedeutend verrückt worden sind, und daß wir ihm die gegenwärtige Beschaffenheit der Formation zuschreiben können. In diesen Kohlengegenden finden sich nicht selten ungeheure Wälle oder Dämme von Basalt, von denen viele offenbar erst eine geraume Zeit nach der Ablagerung des geschichteten Gesteins eingeschoben wor-

den waren. Der Cleveland-Damm ist ein Beispiel hievon, denn er dringt durch vier Formationen, die nach den Kohlenschichten abgelagert wurden. Diese Dämme, welche in der Form von Spalten, die mit ungeschichtetem Gestein gefüllt sind, erscheinen, haben als mechanische Kräfte zur Biegung der Schichten, und zwar oft in einem bedeutenden Umfang, gewirkt. Der Damm, welcher sich von Whitby in Northumberland (England) bis Greenside in Durham erstreckt, hat die Schichten an der nördlichen Seite ungefähr um 540 Fuß hinabgedrückt. Diese Wirkung ist aber der in die Lager gerissenen Spalte und nicht dem Auswurf eines verflüssigten Gesteins zuzuschreiben, denn die Oeffnung ist mit Thon gefüllt. Der Damm von Bartreeford drückte die Schichten um 480 Fuß an ihrer westlichen Seite hinab. Dagegen durchläuft ein Zweig von dem Coaly-Hill-Damm die Schichten der Walker-Kohlengrube am Tyne, ohne eine Veränderung in ihrem Niveau hervorzubringen, obwohl er 35 Fuß dick und ganz vertikal ist. In der Nähe von Bilston, in dem Kohlenfeld von Süd-Staffordshire Dudley, findet sich ein sehr bedeutender „Wechsel," welcher eine umgekehrte Einsinkung der Lager zur Folge hat, indem sie nämlich an der Südseite des Wechsels gegen Süden, an der Nordseite desselben gegen Norden einsinken, was fast dasselbe Bild bietet, wie der Querdurchschnitt eines Daches.

Wenn noch ein Zeugniß nothwendig wäre, um die Bildung der Basaltdämme durch die Thätigkeit der Hitze, und zwar in einer, nach der Ablagerung der Kohlenschichten folgenden Periode, zu erweisen, so möchte dieß aus den Wirkungen ersehen werden können, die dieselben an vielen Punkten auf die Kohlenlager übten. Der Coaly-Hill-Damm, welcher von der See bis nach der westlichen Grenze von Northumberland verfolgt wurde, hat die Kohlenlager, mit denen er in Berührung steht, verkohlt. Der Cockfield-Damm, der unter den Kohlenlagern von Durham liegt, hat die Kohle in seiner Nähe in Asche verwandelt, und den Schwefel aus dem Eisenstein sublimirt. In den Kohlengruben von Durham brach früher einmal Feuer aus und brannte mehrere Jahre lang fort. Die Hitze, die von ihnen ausgestoßen wurde, war so groß, daß die Vegetation auf der Landstrecke über der brennenden Kohle beschleunigt, die Temperatur des Wassers gesteigert und der in unmittelbarer Berührung mit dem brennenden Materiale stehende Thon in eine Art Porcellän-Jaspis verwandelt wurde. Aus diesen Mittheilungen wird klar hervorgehen, daß die Kohle vegetabilischen Ursprungs ist, und daß das ungeschichtete Gestein in einem erhitzten flüssigen Zustande in jene eingetrieben wurde.

Es dürfte jetzt nicht uninteressant seyn, nach der Art und Weise zu forschen, wie Vegetabilien in Kohle verwandelt wurden. Ein berühmter und sehr geschätzter Geologe bekämpfte einmal die Beweisgründe, welche

gewöhnlich zu Hilfe gerufen werden, um den vegetabilischen Ursprung der Kohle darzuthun. Einer der bedeutendsten Beweise zu Gunsten dieser Ansicht beruht nämlich auf der Menge der in den Kohlenlagern eingeschlossenen Vegetabilien. Hier sagt nun der Gegner der Theorie: „Nach einem gleichen Raisonnement müßten wir den Ursprung der Lager, in denen sich bedeutende Quantitäten von Muscheln finden, der Zerstörung von Schalthieren zuschreiben.“ Wenn kein anderer Beweis für den vegetabilischen Ursprung der Kohle aufgebracht werden könnte, so müßte die Ansicht ganz aufgegeben werden. Allein man hat noch andere Gründe beigezogen, um die Theorie zu halten, und das vereinigte Zeugniß derselben ist entscheidend. Der stärkste dieser Beweise ist der, daß die Kohle immer und unter allen Umständen aus Pflanzen gebildet wird. Es ist bereits gesagt, daß das Erdpech vegetabilischen Ursprunges sey; es ließe sich daher annehmen, daß dasselbe einer Verwandlung in Kohle fähig wäre. Um dieses Problem durch einen Versuch festzustellen, verwandelte Dr. Macculloch eine Quantität Erdpech in Pulver, brachte es in einen Flintenlauf und bedeckte es mit Thon. Als er es einer gemäßigten Rothglühhitze aussetzte, verwandelte sich das Erdpech in eine Substanz, die genau dieselben chemischen und äußern Charaktere hatte, wie die Kohle, während der Thon in eine Substanz verwandelt war, die derjenigen ähnlich sah, welche in den Kohlenlagern gefunden wird und Kohlenschiefer heißt. Eine ähnliche Formation in größerem Maaßstab wurde am Meißner in Hessen beobachtet. Ein mächtiges Braunkohlenlager ist dort von einer ungeheuren Basaltmasse bedeckt, von der es durch eine dünne Thonschichte getrennt ist. Der obere Theil des Braunkohlenlagers hat sich in Kohle verwandelt, während der untere seine faserigte holzartige Struktur beibehielt.

Fassen wir nun diese mannigfaltigen Beweise zusammen, so gelangen wir zu dem Schlusse, daß vegetabilische Substanzen durch die vereinigte Einwirkung von Nässe, Druck und Hitze in Kohle verwandelt werden können, wobei jedoch die Luft ausgeschlossen bleiben muß. Die dazu nothwendige Hitze ist in vielen Fällen durch die wirkliche Einströmung vulkanischen Gesteins herbeigeschafft worden, und wo dieß nicht geschah, war die Temperatur der Erde wegen der besondern Thätigkeit vulkanischer Kräfte, die zu dieser Zeit Statt fand, noch hinreichend, um den Wechsel hervorzubringen.

Diese kurze Darlegung der Beweisgründe, welche in Beziehung auf den Ursprung der Kohle gesammelt wurden, mag als ein Beispiel von der Art und Weise gelten, wie der Geologe seine Forschungen über die Bildung des Gesteins verfolgt, und zugleich diejenigen enttäuschen, welche seine Ansichten rein nur für spekulative Muthmaßungen halten.

Organische Ueberreste.

Es ist bereits gesagt worden, daß viele geschichtete Gebirgsarten die Ueberreste organischer Körper enthalten, deren einige einen sehr bemerkenswerthen Charakter tragen und zu wichtigen Folgerungen führen. Schon lange hat die Entdeckung derselben in den festen Schichten der Erde, und zwar in großen Tiefen unter der Oberfläche, die Verwunderung aller Denkenden in Anspruch genommen. Man weiß, daß sie lange, ehe noch die Wissenschaft der Geologie einen Namen hatte, die Aufmerksamkeit der Gelehrten erregten; einige von den Spekulationen, die bis zu uns gelangt sind, können kaum den Begriffen der unwissendsten Bauern unserer Tage vorgezogen werden. Seitdem sich aber die Menschen mit geologischen Forschungen beschäftigen, hat das Studium der Versteinerungen eine hohe Wichtigkeit erreicht.

Durch den Charakter der organischen Ueberreste läßt sich, wie wir bereits gezeigt haben, häufig die relative Lage und das Alter einer Ablagerung bestimmen, indem jede Schichtenreihe eine Klasse enthält, die ihr eigenthümlich ist. Es ist nicht immer möglich, die Stelle einer Schichte in den geologischen Reihen nach ihren mineralogischen Charakteren zu bestimmen. Wenn sich aber eine Sammlung ihrer Versteinerungen veranstalten läßt, so verschwindet die Schwierigkeit, und ihr relatives Alter kann ausgerechnet werden. Jede Schichtenreihe, die ihre eigenthümlichen Versteinerungen besitzt, besitzt daher einen Index für ihre eigene geheimnißvolle Geschichte, indem durch diese nicht nur ihre Lage in den Reihen enthüllt wird, sondern auch die Umstände, unter denen sie gebildet worden ist, an's Licht kommen.

Das Factum, daß jede Gesteinreihe eigenthümliche Versteinerungen enthalte, ward zuerst vor mehr als 150 Jahren von Lister entdeckt. Die Ehre einer weitern Auseinandersetzung und ausgedehnterer Beobachtung gebührt jedoch William Smith. So hat dieser sowohl den Naturforscher als den Geologen veranlaßt, seine Beobachtungen bis in die Erdrinde zu erstrecken, wo nun die Ueberreste einer Wesenrace, die bisher ganz unbekannt war, entdeckt waren.

Die versteinerten Thierknochen gehören unter die merkwürdigsten organischen Ueberreste. Cuvier, jener berühmte französische Geologe, unternahm zuerst das Studium dieser Versteinerungen. Als Antiquar einer neuen Art (um uns seiner eigenen Worte zu bedienen), er zugleich genöthigt, die Kunst der Wiederherstellung dieser Denkmale vergangener Erdrevolutionen in ihren ursprünglichen Formen zu erlernen und ihre Natur und ihre Beziehungen zu einander zu entdecken. Er mußte die Fragmente, aus denen sie bestanden, in ihrer ursprünglichen Ordnung

sammeln, und die alten Wesen, zu denen sie gehörten, mit allen ihren Verhältnissen und Charakteren wieder hervorbringen, sowie dieselben mit denjenigen vergleichen, die gegenwärtig auf der Oberfläche der Erde wohnen. Bei Vollendung dieser Dinge ward er von den Naturforschern und Geologen verschiedener Länder unterstützt, und durch seine Bemühungen wurde die Natur mancher merkwürdiger Thiere bestimmt.

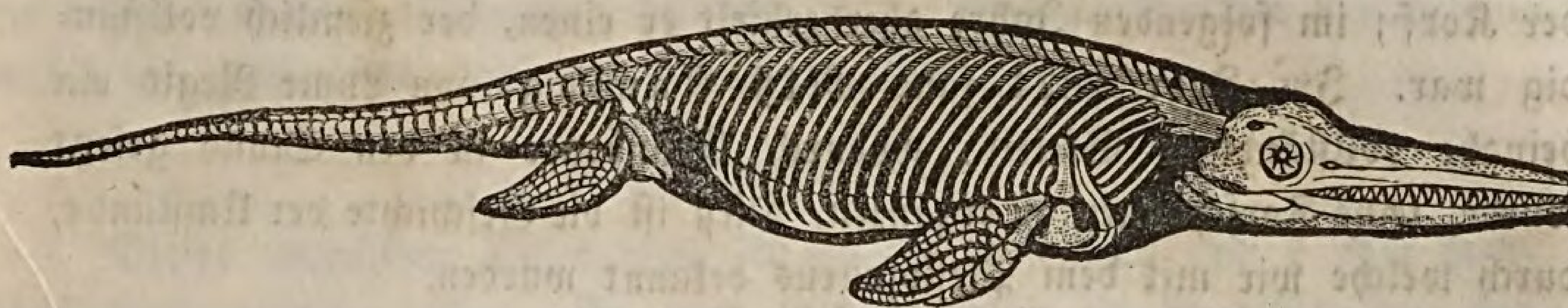
Urweltliche Reptilien.

Kein Resultat der neueren Geologie hat die öffentliche Aufmerksamkeit so sehr auf sich gezogen, als die Entdeckung der Ueberreste vieler riesenhafter Amphibien. Es gab eine Zeit in der Geschichte unserer Welt, wo diese Thiere eine erstaunliche Größe erreichten, und auf der weiten Wasserfläche umherschweifend, den Scepter einer unbestrittenen Macht über alle andern Geschöpfe schwangen. Die Beschreibungen von den fabelhaften Ungeheuern des Alterthums, die so oft unsere Kindheit ergötzten, verlieren den Charakter der Uebertreibung, wenn wir sie mit denjenigen vergleichen, die man uns von den Amphibien gibt, deren Knochen in den festen Schichten der Erde begraben sind. Einige derselben waren offenbar für die tiefen Wasser des Oceans geschaffen, während andere Seen und Flüsse bewohnten. Alle aber scheinen in einer Periode gelebt zu haben, wo die Temperatur unserer Erde eine weit höhere war, als in irgend einer andern Periode innerhalb des Bereichs der Geschichte. Wenn wir nach dem Alter des Gesteins urtheilen wollen, in welchem die Knochen der Amphibien gefunden werden, so scheinen sie lang vor den Thieren, welche lebendige Junge gebären, und zu einer Zeit geschaffen worden zu seyn, wo die Erde noch untauglich für Geschöpfe einer höheren Organisation war.

Zum Erstenmal erscheinen die Amphibienknochen in den Schichten, die sich unmittelbar über den Kohlenlagern befinden. Bis in die Höhe der Kreideformation kommen sie dann mehr oder weniger reichlich vor; oberhalb dieser aber verschwinden sie gänzlich. Während eines Zeitraums, der durch die Bildung dieser beiden Gebirgsarten begrenzt ist, müssen also diese Amphibien in zahlloser Menge existirt haben, sofern wir aus dem vorgefundenen Ueberfluß an Knochen einen Schluß ziehen dürfen. Am häufigsten kommen diese in dem Kalkstein vor, der Lias genannt wird; namentlich sind darin die Knochen zweier erloschener Geschlechter von Meeresbewohnern: des Ichthyosaurus und Plesiosaurus, sehr zahlreich.

Der Ichthyosaurus.

Der Ichthyosaurus, dessen Ueberreste zuerst von Home entdeckt wurden, hatte einen großen Kopf, ungeheure Augen, einen kurzen Hals



und sehr langen Schwanz. Er war offenbar für ein Leben in den Gewässern des Oceans geschaffen, und mit vier breiten und flachen Floßfedern ausgerüstet, womit er sich seinen Weg durch die Wasser bahnte und seinen Lauf lenkte. Dieses Thier erreichte eine Länge von 20 bis 30 Fuß. Es hatte Kopf und Brustbein von der Eidechse, das Maul vom Delphin und die Zähne vom Krokodil. Seine Augen waren ungeheuer groß und seine Zähne kegelförmig und zugespitzt.

Der Plesiosaurus.



Der Plesiosaurus glich dem Ichthyosaurus in mehreren Einzelnheiten: auch er hatte vier Ruderschaufeln von ähnlicher Struktur. Allein er unterschied sich von allen andern Thieren durch die außerordentliche Länge des Halses und die Menge der Wirbel, aus denen er zusammengesetzt war. Der Hals der Vögel enthält 9 bis 23 Wirbel, der der Amphibien 3 bis 8, eine Gattung des Plesiosaurus aber hat deren 30. Man glaubt, daß dieses seltsame Thier auf der Oberfläche der Wasser geschwommen sey, seinen Kopf wie ein Schwan getragen und nach den Fischen gezielt habe, von denen es lebte. Unsere Kenntniß von diesem interessanten Thiere verdanken wir dem englischen Geologen Conybeare. Als er einige Rückenwirbel des Krokodils und des Ichthyosaurus untersuchte, die er in der Nähe von Bristol gefunden hatte, stieß er auf gewisse Ueberreste, die von jenen beiden Geschlechtern abzuweichen schienen.

Seine Vermuthung war dadurch bestärkt, daß er in der Sammlung des Obersten Birch einen beträchtlichen Theil von dem Skelette des neuen Thieres fand. Er begann augenblicklich seine Nachforschungen, in der Hoffnung, noch andere Knochen von dem neu entdeckten Geschlechte zu finden, und veröffentlichte im Jahr 1821 gemeinschaftlich mit De la Beche eine Schrift, worin er die Natur desselben beschrieb. Damals fehlte noch

der Kopf; im folgenden Jahre aber erhielt er einen, der ziemlich vollständig war. Im Jahr 1824 fand Miß Anning von Lyme Regis ein beinahe vollständiges Skelett, wodurch Conybeare in den Stand gesetzt wurde, seine Forschungen zu ergänzen. Dieß ist die Geschichte der Umstände, durch welche wir mit dem Plesiosaurus bekannt wurden.

Der Pterodactylus.

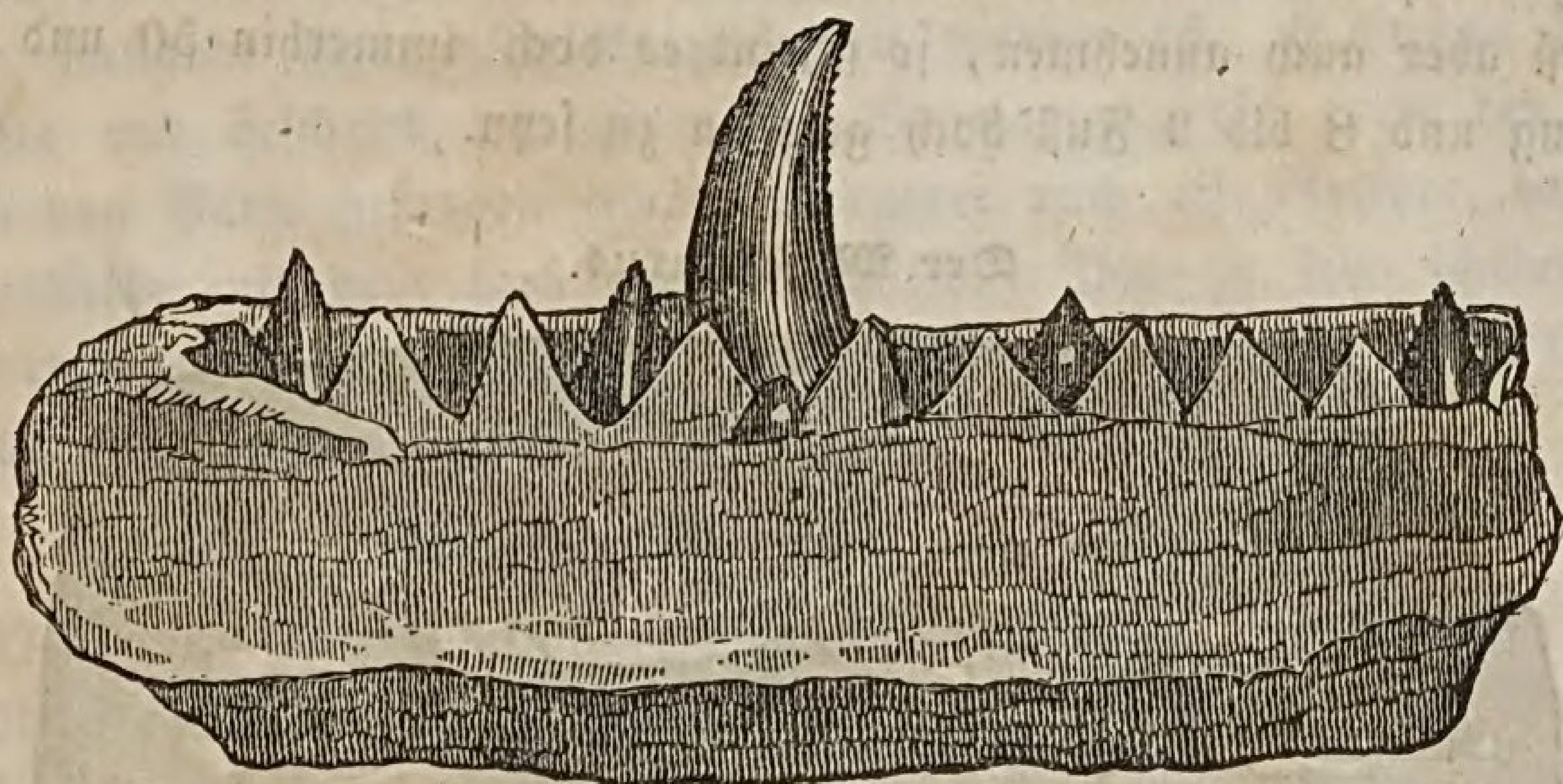


Der Pterodactylus war ein fliegendes Thier. Er hatte die Flügel einer Fledermaus, den Bau einer Eidechse, Kinnladen mit scharfen Zähnen, und Krallen mit langen, gekrümmten Nägeln. Seine Flugkraft erhielt er weder durch die Rippen, noch durch Flügel ohne Finger, wie bei den Vögeln, sondern durch Flügel, die von einem sehr langen Zehen unterstützt wurden, während die andern Zehen kurz und mit Krallen versehen waren. Die Ueberreste dieses Thiers wurden von Collini, dem Direktor des Museums des Churpfalzgrafen zu Mannheim, geprüft. Es gab anfänglich einigen Streit über den wirklichen Charakter des Thiers. Blumenbach hielt es für einen Vogel; v. Sömmering zählte es zu den Fledermäusen; aber Cuvier stellte die Behauptung auf, es sey ein Amphibium, und bewies, daß all seine Knochen von den Zähnen bis zu den Klauen die Charaktere besäßen, welche diese Thierklasse auszeichnen. Es unterschied sich jedoch von allen andern Amphibien durch die ihm eigenthümliche Fähigkeit des Fliegens. Wahrscheinlich konnte dieß Thier nach Belieben entweder ganz auf dieselbe Weise, wie die Vögel, seine Schwingen zusammenlegen, oder sich mit seinen vordern Zehen an Baumzweigen aufhängen, während es zugleich die Fähigkeit besaß, auf seinen Hinterfüßen aufrecht zu sitzen, und nach Belieben auch zu schwimmen, wie der Vampyr von der Insel Bonin,

so daß es in allen Elementen heimisch war. Dieß versteinerte Amphibium weist die größten Unregelmäßigkeiten und Widersprüche auf.

Der Megalosaurus.

Dieses ungeheure Thier muß 30 bis 40 Fuß lang und 7 oder mehr Fuß hoch gewesen seyn. Es war wahrscheinlich ein Landthier und aus der Form seiner Zähne, der Struktur seiner Kinnladen und der Knochen

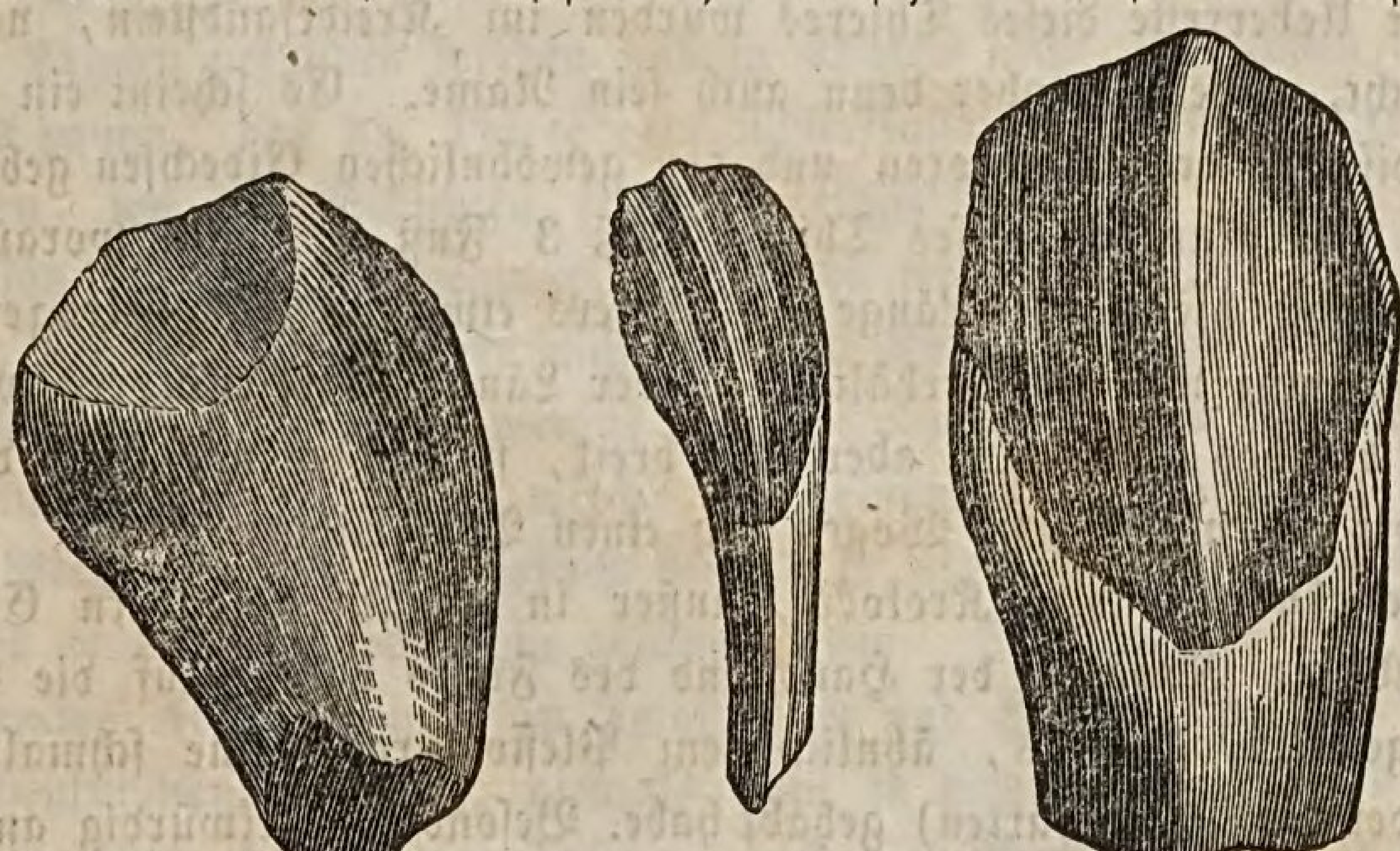


Stück der Kinnlade vom Megalosaurus.

seiner Extremitäten geht hervor, daß es mit dem neueren Monitor verwandt war. Die Ueberreste dieses Thiers wurden zu Stonesfield von dem ausgezeichneten Geologen Dr. Buckland entdeckt. Seine Reste kommen besonders im Lias vor.

Das Iguanodon.

Das Iguanodon war ein grasfressendes Amphibium, welches sich von allen bereits erwähnten wesentlich unterschied und sie an Größe über-

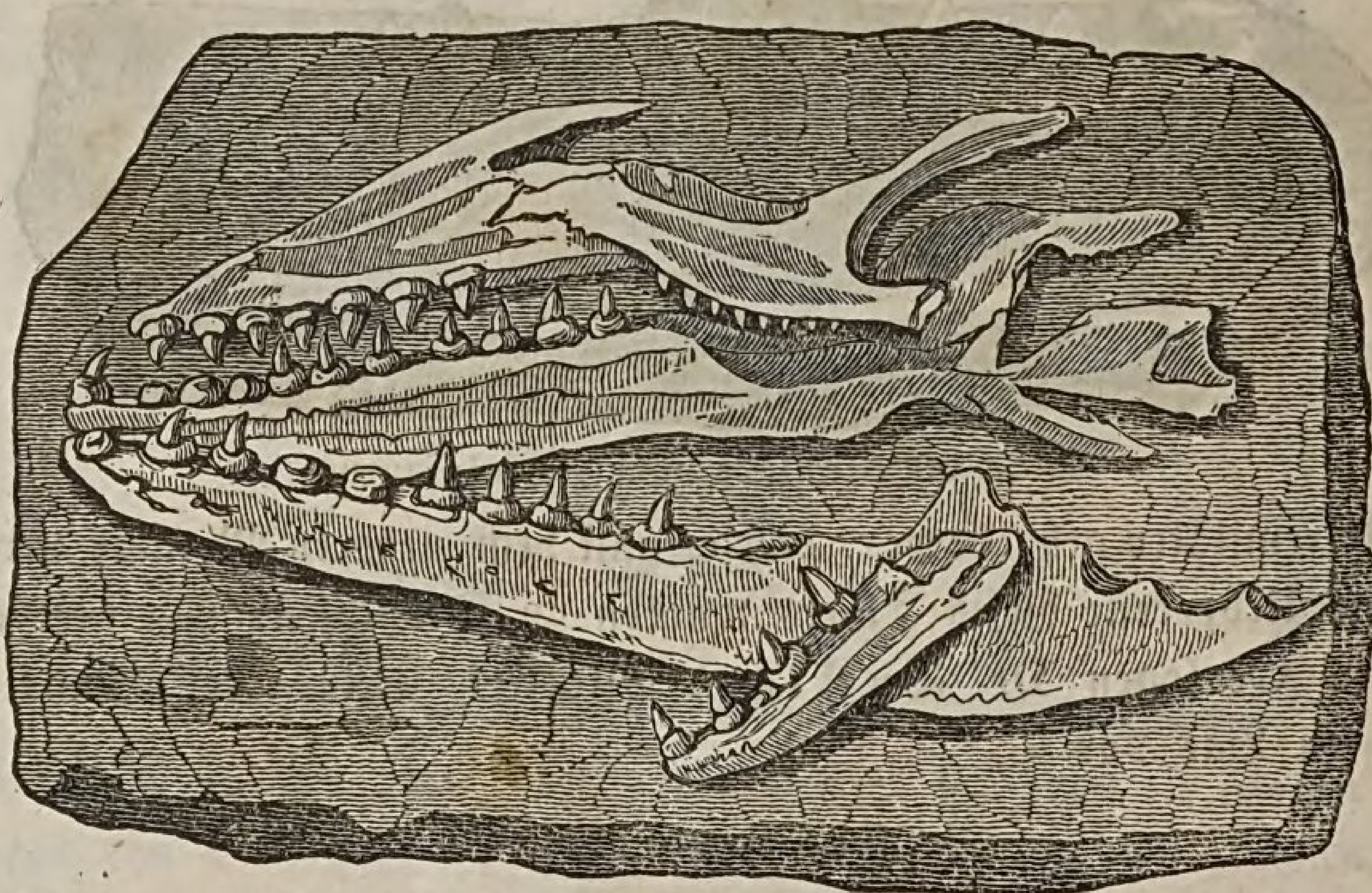


Zähne des Iguanodon.

traf. Ein Schenkelbein von einem Exemplar dieses Thiers, welches Mantell entdeckt hatte, maß 23 Zoll im Umfang, und seine Zähne waren so

groß, wie die Schneidezähne des Rhinoceros. Es hat seinen Namen von der Aehnlichkeit seiner Zähne mit denen des Leguans (Iguana), und ein merkwürdiger Umstand dabei ist, daß diese Zähne durch das Zermalmen seiner Nahrung mehr oder weniger abgenützt sind, was beweist, daß es das Wiederkauen auf dieselbe Weise vollzog, wie die grasfressenden Vierfüßler der heutigen Tage. Man glaubt allgemein, daß dieß Thier einen geringeren Umfang hatte, als die neueren Eidechsen, denen es nahe verwandt ist. Wenn wir dieß aber auch annehmen, so scheint es doch immerhin 50 und mehr Fuß lang und 8 bis 9 Fuß hoch gewesen zu seyn.

Der Mosasaurus.



Der Mosasaurus oder die große Eidechse von Maestricht.

Die Ueberreste dieses Thieres wurden im Kreidesandstein, nahe bei Maestricht, entdeckt, woher denn auch sein Name. Es scheint ein Mittelglied zwischen den Monitoren und den gewöhnlichen Eidechsen gebildet zu haben. Die Kinnlade dieses Thiers maß 3 Fuß 9 Zoll, woraus man schließt, daß die ganze Länge des Thiers etwa 24 Fuß betragen habe. Sein Schwanz war im Verhältniß zu der Länge seines Körpers weit kleiner als der des Krokodils, aber sehr breit, so daß es mit Hilfe desselben durch die sturmbewegten Wogen sich einen Weg bahnen konnte. Es hat keine Beziehung zu dem Krokodil, außer in einigen besondern Charakteren, und die Knochen der Hand und des Fußes haben auf die Vermuthung geführt, daß es, ähnlich dem Plesiosaurus, eine schmale Finne (Floßfeder der Walfischarten) gehabt habe. Besonders merkwürdig an diesem Thiere ist das doppelte Gebiß, welches es mit der Kammeidechse (Iguana) gemein hat; diese Gaumenzähne, womit es am Flügelfortsatze des Kopfkeilbeines versehen war, setzten das höchst ungelenke riesige Thier in den

Stand, die einmal erfaßte Beute am Entwischen zu verhindern, wie wir diese weise Vorrichtung auch bei einzelnen Geschlechtern der Fische und Schlangen antreffen.

Fossile Vögel.

Vogelknochen werden weniger häufig in versteinertem Zustand gefunden, als die der andern Thierklassen, ja so selten, daß ihr Vorkommen in diesem Zustande schon gänzlich geläugnet worden ist. Cuvier dagegen entdeckte und beschrieb wenigstens 11 Vogelarten, die er in den Gypslagern von Paris gefunden hatte, worunter auch ein Gerippe, das eines und dasselbe mit dem berühmten egyptischen Ibis zu seyn scheint. Die über versteinerte Vögel gesammelten Nachrichten sind jedoch außerordentlich ungenügend, wo nicht ganz ungewiß.

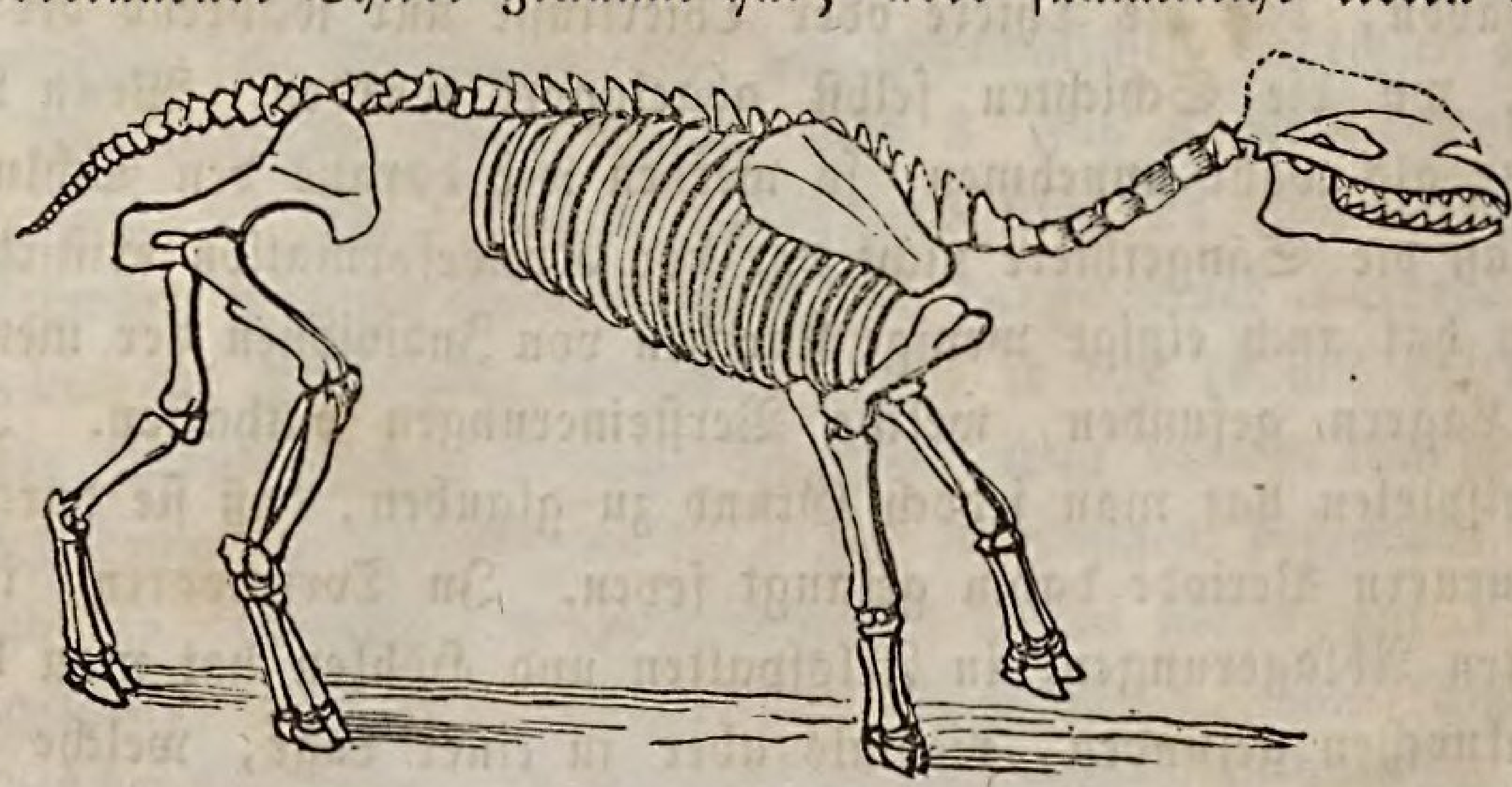
Fossile Reste von Säugethieren.

Ueberreste von Säugethieren sind in keinem Lager unterhalb der Kreideformation gefunden worden, woraus man den Schluß zog, daß sie erst in der Periode, die der Ablagerung dieses Gesteins unmittelbar voranging, existirt haben. Das Vorhandenseyn versteinerter organischer Ueberreste beweist unläugbar, daß jedes Lager, in welchem sie vorkommen, zu einer gewissen Zeit das obere Gestein gewesen ist. Denn mag man nun annehmen, daß die Ueberreste aus der Entfernung dorthin gebracht worden seyen, oder daß die Thiere selbst an dem Ort gelebt haben, so ist jedenfalls gewiß, daß die Versteinerungen nicht durch das ganze Lager hindurch hätten zerstreut werden können, wenn dasselbe nicht zu oberst gewesen wäre. Wenn daher die Ueberreste von einzelnen Thieren oder Thierklassen in einigen Lagern gefunden werden und in andern nicht, so haben wir einen Beweis davon, daß die Thiere oder Thierklasse nur während der Periode existirten, wo die Schichten selbst abgelagert wurden. Wenn wir diese Grundsätze als wahr annehmen, so werden wir daraus den Schluß ziehen können, daß die Säugethiere nicht vor der Kreideformation existirten.

Man hat auch einige wenige Knochen von Individuen der menschlichen Race in Lagern gefunden, welche Versteinerungen enthalten. In allen diesen Beispielen hat man jedoch Grund zu glauben, daß sie durch Zufall in einer neuern Periode dahin gelangt seyen. In Torfmooren, in aufgeschwemmten Ablagerungen, in Felsspalten und Höhlen hat man bisweilen Menschenknochen gefunden, niemals aber in einer Lage, welche die Vermuthung hätte hervorrufen können, daß die Menschenklasse zugleich mit den Paläotherien oder mit dem Mammuth und Rhinoceros gelebt hätte. Man hat allerdings in einigen Höhlen in Frankreich menschliche Gebeine, und in Deutschland alte Töpferarbeit gefunden, aber die mannigfachsten

Zeugnisse begünstigen die Annahme, daß dieselben von neuerem Ursprunge seyen und nicht dieselbe Antiquität in Anspruch nehmen können, die wir den animalischen Ueberresten beimessen müssen, welche gewöhnlich in solchen Lagen gefunden werden. Doch enthält die Zusammensetzung der menschlichen Knochen nichts, was eine solche Erhaltung verhindern könnte; es ist kein Princip in seiner Construction, das eine frühzeitigere Auflösung rechtfertigte. An alten Kampfplätzen findet man Knochen von Menschen, die sich eben so gut erhalten haben, wie solche von Pferden, und doch kommen nur die letzteren in einem versteinerten Zustande vor. Aus diesen Thatsachen läßt sich der Schluß ziehen, daß die menschliche Race wenigstens an solchen Punkten, die der Geologe bisher Gelegenheit hatte, zu untersuchen, nicht zu gleicher Zeit mit den dort gefundenen Thieren existirt habe. Nichtsdestoweniger ist es möglich, daß künftige Forschungen in andern Gegenden das Vorhandenseyn von versteinerten Ueberresten von Menschen neben den Thieren, deren Knochen in den Kieslagern und Höhlen von Europa gefunden werden, darthun. Es ist auch zu erwähnen, daß bisher nur sehr wenige Ueberreste von Affen derjenigen Race, welche in Beziehung auf anatomische Construction zunächst an den Menschen sich anreiht, entdeckt worden sind, obwohl die Knochen anderer Thiere, welche nun dieselben Wälder mit ihnen bewohnen, im Ueberfluß vorkommen.

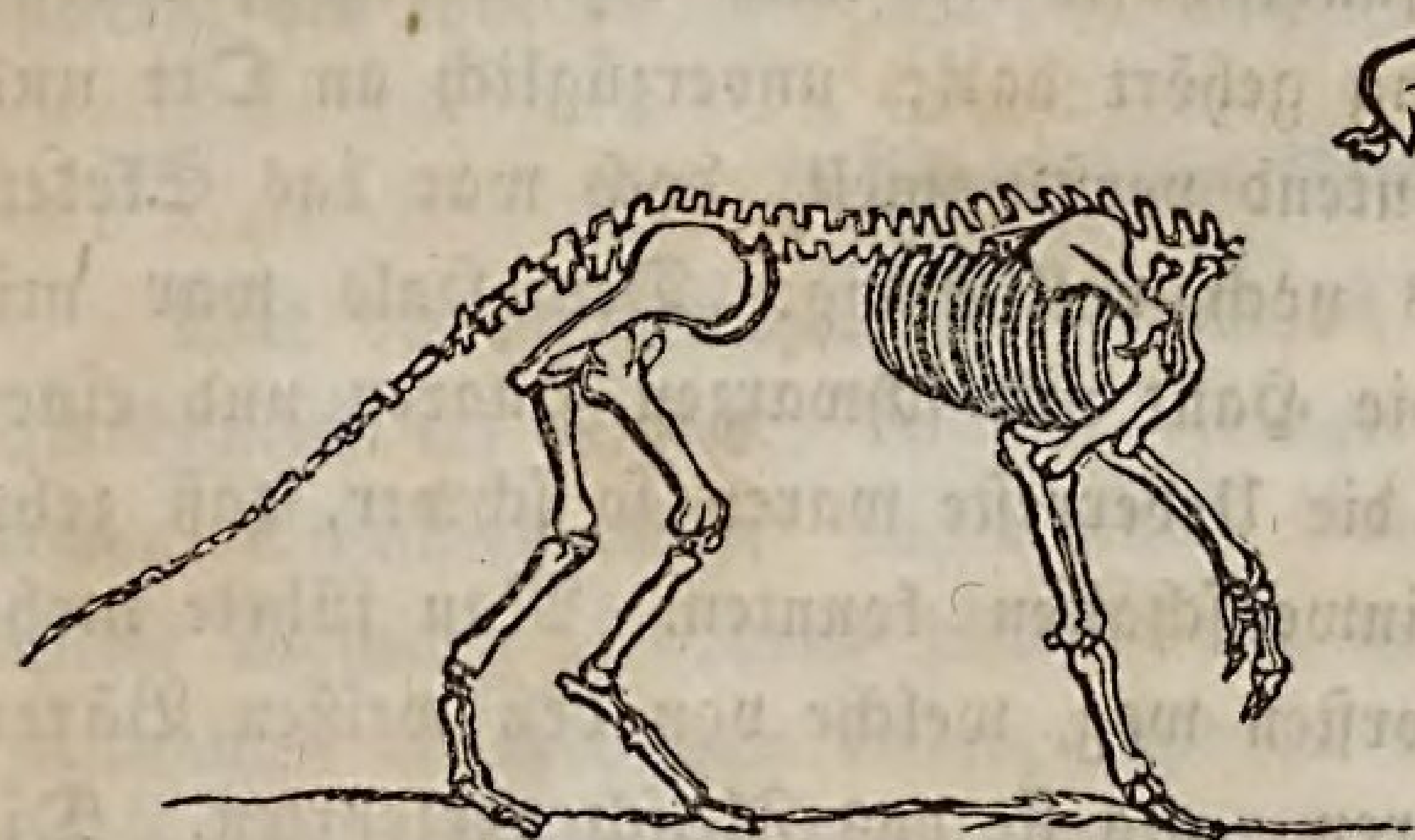
Fast Alles, was bis jetzt über die Natur der Säugethiere gesammelt worden ist, verdanken wir den emsigen Nachforschungen des verstorbenen Baron Cuvier. Es gibt eine Reihe neuerer Gypslager, die in abgesonderten Hügeln längs der Flüsse Marne und Seine vorkommen, wo man eine große Anzahl Knochen gefunden hat. Der größere Theil derselben gehört zu der Thierklasse, welche Cuvier Pachydermata oder dickhäutige, nicht wiederkäuende Thiere genannt hat; aber sämmtliche Arten und viele



Paläotherium.

Geschlechter derselben sind erloschen. Es gibt darunter eines, das einer besonderen Erwähnung verdient, das sogenannte Paläotherium, wel-

ches Aehnlichkeit mit dem Rhinoceros, dem Nilpferd, dem Pferd, dem Kameel und dem Schwein hat. Man kennt Ueberreste von 11 bis 12 Arten desselben, wovon die größte etwa wie ein Pferd, die kleinste nicht größer als ein Hase ist; alle aber hatten fleischige Rüssel, wie die Ameisenbären, und lebten von Vegetabilien.


Anoplotherium.

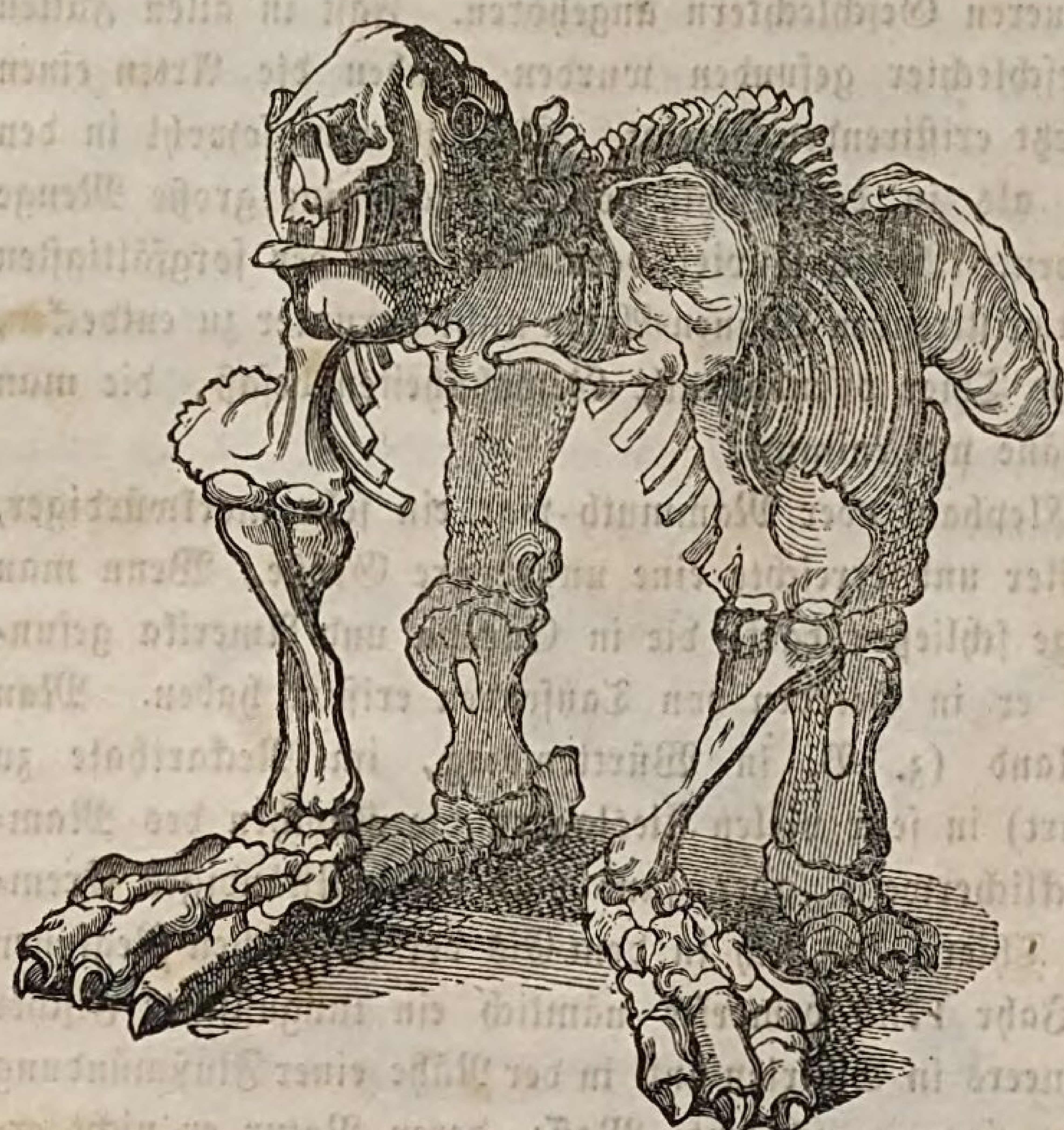
Das Anoplotherium ist ein anderes erloschenes Thier, das zwei merkwürdige Charakterzüge aufweist; seine Füße haben nur zwei Zehen und seine Zähne bilden eine fortlaufende Reihe ohne eine Lücke dazwischen, was außer diesem Fall nur bei Menschen vorkommt.

In den obern Kieslagern und in einigen Höhlen hat man eine große Menge Knochen von vierfüßigen Säugethieren gefunden, die theils noch existirenden, theils neueren Geschlechtern angehören. Fast in allen Fällen aber, wo neuere Geschlechter gefunden wurden, haben die Arten einen Unterschied von den jetzt existirenden gezeigt. So hat man sowohl in den Höhlen Deutschlands, als in der Höhle von Kirkdale eine große Menge Hyänenknochen gefunden. Allein Cuvier vermochte trotz der sorgfältigsten Prüfung die noch jetzt existirenden Hyänen-Arten nicht darunter zu entdecken, obwohl das vorweltliche Thier offenbar alle Gewohnheiten besaß, die man heutzutage an der Hyäne wahrnimmt.

Der versteinerte Elephant oder Mammuth war ein sehr merkwürdiger, grasfressender Vierfüßler und erreichte eine ungeheure Größe. Wenn man nach der Knochenmenge schließen darf, die in Europa und Amerika gefunden wurde, so muß er in Heerden von Tausenden existirt haben. Man hat auch in Deutschland (z. B. in Württemberg, im Neckarthale zu Cannstadt bei Stuttgart) in sehr vielen Kieslagern die Knochen des Mammuths entdeckt. Glücklicherweise aber fand man ein vollständiges Exemplar von einem dieser Thiere, das sich in dem Eis der nördlichen Regionen erhalten hatte. Im Jahr 1799 bemerkte nämlich ein tungusischer Fischer an den Ufern des Eismeers in Sibirien und in der Nähe einer Flußmündung mitten unter Eisstücken eine ungeschlachte Masse, deren Natur er nicht errathen konnte. Im nächsten Jahr machte er die Wahrnehmung, daß die Masse etwas mehr vom Eise befreit war. Gegen das Ende des darauf folgenden Sommers wurde die ganze Seite des Thiers und einer der

Fangzähne deutlich sichtbar. Als im fünften Jahr das Eis früher als gewöhnlich schmolz, wurde die ungeheure Masse an die Küste und zwar auf eine Sandbank geworfen. Der Fischer setzte sich in den Besitz der Fangzähne, die er für 50 Rubel verkaufte. Zwei Jahre nachher begab sich Adams, Mitglied der Akademie von St. Petersburg, welcher gerade mit Graf Goloffkin auf einer Gesandtschaftsreise nach China begriffen war und zu Jakutsk von der Entdeckung gehört hatte, unverzüglich an Ort und Stelle. Er fand das Thier bedeutend verstümmelt, doch war das Skelett mit Ausnahme eines Vorderbeins noch vollständig. Der Hals war mit einer langen Mähne versehen, die Haut mit schwarzen Haaren und einer Art röthlicher Wolle bedeckt und die Ueberreste waren so schwer, daß zehn Personen sie nur mit Mühe hinwegschaffen konnten. Man führte mehr als dreißig Pfund Haare und Borsten weg, welche von den weißen Bären in den nassen Boden getreten waren, als sie das Fleisch verzehrten. Die Fangzähne waren 9 Fuß lang und der Kopf ohne Fangzähne wog 400 Pfund.

Das Mammuth zeigte eine große Aehnlichkeit mit dem indischen Elephanten. Cuvier hielt es jedoch für eine besondere Gattung. Das Thier war 15 bis 18 Fuß hoch, und muß in Europa zu gleicher Zeit mit dem Nilpferd, Rhinoceros, Ameisenbären und andern riesenhaften Thieren, deren Knochen sich in denselben Gebirgs-Arten vorfinden, gelebt haben. Hieher gehört das sogenannte Megatherium oder Paraguaythier, das man auch sonst wohl Riesenfaulthier genannt hat, weil sein riesiges Skelett (das 14—15 Fuß lang und über 7 Fuß hoch ist) nur mit dem Skelett des Faulthiers einige Verwandtschaft zeigt.


Megatherium.

Dieses Thier, dessen fossile Reste man in Südamerika häufig findet, muß ungemein langsam und träge in seinen Bewegungen gewesen seyn, dabei

aber harmlos, indem es, wie der Bau seiner wunderbar eingerichteten Zähne beweist, nur von Wurzeln und Kräutern gelebt zu haben scheint. Da ihm die Natur keinerlei Waffen noch auch die Kraft verliehen hatte, den Nachstellungen der fleischfressenden Thiere durch Flucht zu entgehen, so war sein Körper durch eine Art Knochenpanzer geschützt, wie der Armadill, der ihm die Abwehr der Angriffe besonderer Thiere erleichterte.

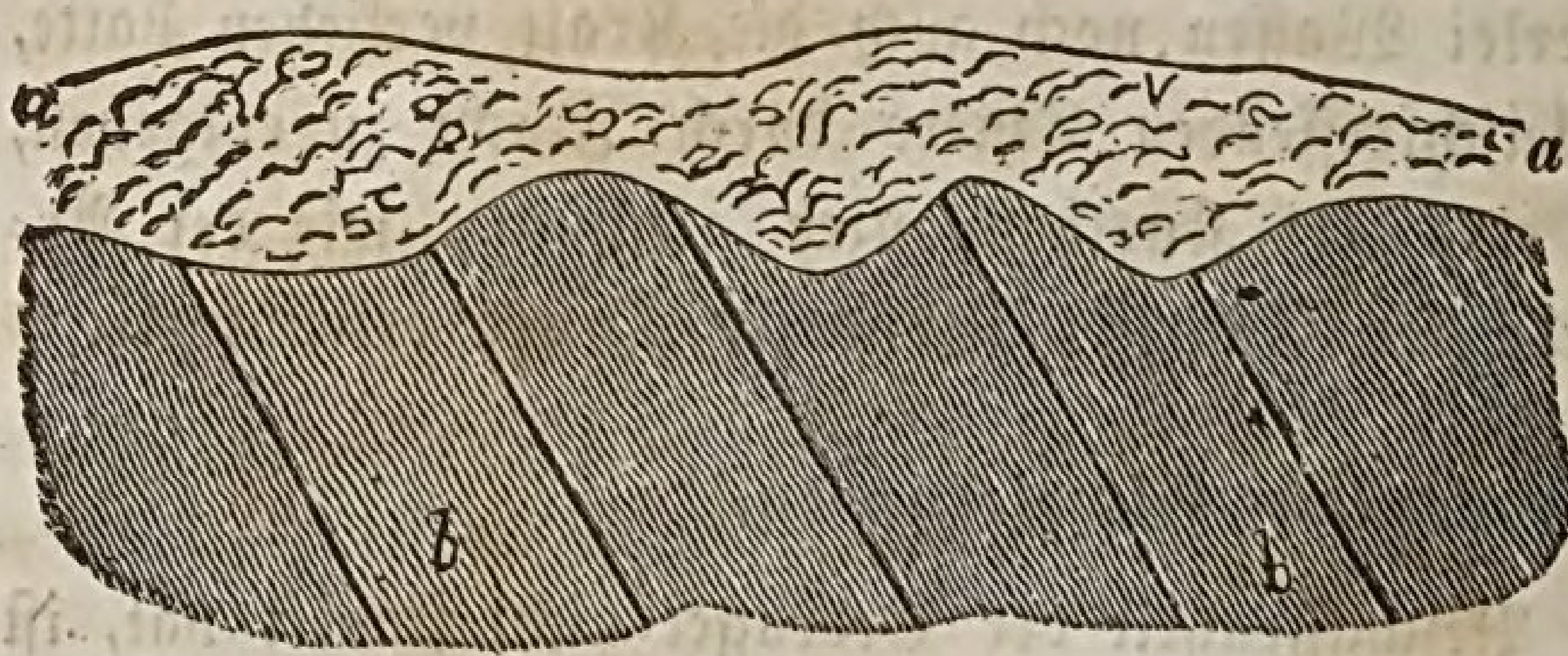
Diluvianische Einwirkungen.

Wer die physikalische Beschaffenheit der Erdkugel nicht studirt hat, ist gewöhnlich der Ansicht, daß die Ablagerung organischer Ueberreste in den festen Schichten einer allgemeinen Ueberschwemmung zuzuschreiben sey. Diese Meinung ist jedoch höchst irrig, denn die verschiedenen Lager, welche zusammen die Erdrinde bilden, sind zu verschiedenen Zeiten und unter verschiedenen Umständen hervorgebracht worden. Nach Bildung aller dieser Lager aber gerieth die Erde in eine allgemeine Katastrophe und ward von Wasser überfluthet, oder es ging, wie Andere behaupten, eine Reihe von Ueberschwemmungen über ihre Oberfläche. Die Wirkungen dieser diluvianischen Thätigkeit lassen sich unter folgende Rubriken bringen: 1) Zerstörung der vorher existirenden Gesteinarten und Ablagerung von Kies; 2) Wegführung großer Steine aus ihren ursprünglichen Lagern; 3) Bildung von Höhlen und Aushöhlung von Thälern.

Obere Kieslager.

Es ist bekannt, daß viele Gegenden Mitteleuropa's von Kieslagern bedeckt sind, die aus Steinfragmenten und abgerundeten Kieseln bestehen. Wenn man diese Fragmente und Kieselsteine prüft, so wird man sehr oft finden, daß sie einem Gestein angehören, das da nicht gefunden wird, wo der Kies abgelagert ist. In vielen Distrikten des mittleren Deutschlands läßt sich in dem Kies eine beinahe vollständige Reihe von Gesteinarten sammeln. Diese müssen daher aus verschiedenen und theilweise sehr beträchtlichen Entfernungen herbeigeschwemmt worden seyn. Die Vertheilung dieser Steinfragmente konnte nur durch einen bedeutenden Wasserkörper geschehen seyn. Aus den von den Geologen gesammelten Thatsachen geht hervor, daß derselbe eine Richtung von Norden nach Süden oder von Nordost nach West und Südwest hatte. Bei seinem Fortgang wurde er durch Hügel und Gebirgsketten bestimmt, die wahrscheinlich den Wasserkörper zertheilten und die vielen Unregelmäßigkeiten hervorbrachten, welche man in der Ablagerung der Kieslager bemerkt. Beim Hinwegströmen über die Oberfläche dieses Gesteins höhlte der Wasserkörper verschiedene Vertiefungen aus, und fast an allen Orten, wo der übergeführte Kies vorkommt, bemerkt man

auch eine gefurchte Oberfläche, besonders in den Kreidegegenden, wie auch die folgende Figur zeigt.



aa soll die von ferne herbeigeführten Kieslager, bb aber die darunterliegenden Schichten vorstellen, in welche das Wasser tiefe Furchen eingewühlt hat.

Gerölle und erratische Blöcke.

Die Thätigkeit des überschwemmenden Stromes beschränkte sich nicht auf den Transport kleiner Steinfragmente, die dann nachher Kieslager bildeten, sondern man findet an vielen Orten auch große Massen von Gerölle, das von seinem ursprünglichen Gebirge hinweggerissen und durch die Kraft der Wasser fortgeführt worden war. In den meisten Alpenthälern, namentlich in denen, wo sich größere Erweiterungen des Thales zeigen, ist der Boden mit mehr oder minder abgerundeten Geröllen bedeckt, welche meist eine fast horizontale Fläche liefern und aus einem See abgelagert zu seyn scheinen. Diese Gerölle sind indeß gewöhnlich nicht rund, sondern auf der einen Seite abgeplattet, an einzelnen Stellen scharfkantig und auf ihrer Oberfläche voll Ritzen und Furchen. Gerade diese Ritzen, welche mit dem Grabstichel hineingeschnitten zu seyn scheinen, unterscheiden diese Gerölle der höheren Gebirge von den gewöhnlichen unserer Bäche und Flüsse, welche ganz glatt sind.

Außer den Geröllen finden wir aber auch mächtige Granitblöcke (auch erratische, Wander- und Findlingsblöcke genannt) zu Tausenden auf dem südlichen Abhange der Alpen, auf der den Alpen zugekehrten Südseite des Jurakalkgebirges, an den großen Seen Nordamerika's, rings um den Südrand der Ostsee, in den flachen Gegenden Englands, auf den Ebenen Norddeutschlands und, von dem Nordseestrande bis in's Uralgebirge hinein, auf den Flächen des nordöstlichen Theiles von Europa. Die Masse dieser Blöcke wechselt von 1 bis zu 40,000 Kubikfuß; sie bestehen zum Theil aus dem nahe „anstehenden" (d. h. natürlich vorkommenden) Urgesteine, von welchem sie, wie in den Alpen, bei der Erhebung der Gebirge losgerissen und von wo aus sie vielleicht durch Gletscher weiter getragen worden sind; zum Theil läßt sich ihre ursprüngliche Lagerstätte erst in großer Ferne entdecken, wie denn z. B. die an der Ostsee und in Rußland gefundenen Blöcke offenbar dem Urgestein der norwegischen Gebirge entstammen und nur durch eine ungeheure Wasserfluth hiehergeführt worden

seyn können. Dieß liefert aber auch zugleich den Beweis, daß diese Wasserfluth, so weit sie wenigstens die nördliche Hemisphäre betraf, vom Nordpol herabkam. Der Gedanke freilich, daß diese zum Theil riesigen Massen im Wasser schwimmend transportirt worden seyn sollten, will unserem Urtheile nicht zusagen. Allein unser ausgezeichneter Landsmann Gruithuisen hat die Möglichkeit nachgewiesen, daß diese Felsblöcke in großen Wassertiefen ebenfalls frei schweben könnten, und auf solche Weise transportabel waren, da der Granit im Mittelmeere bei 4000 Pariser Fuß schon nicht mehr untergehe, und die Fluth, welche diese erratische Blöcke transportirt habe, eine allgemeine gewesen sey.

Diese erratischen Blöcke sind über die alte und neue Welt zerstreut und kommen sowohl in der nördlichen als in der südlichen Hemisphäre vor; nur unter dem Aequator fehlen sie. Am Himalaya, in den Anden, am Kap, in Virginien, in den Ebenen am La Plata, — überall erscheinen sie in gleicher Mannigfaltigkeit der äußeren Gestalt, aber fast immer von demselben mineralogischen Charakter; sie bestehen entweder aus Gneiß oder Granit, und man kann daher ihre ursprüngliche Lagerstätte leicht verfolgen.

Knochenhöhlen.

Eine weitere Folge von Einflüssen großer Wasserfluthen sehen wir in den mannigfachen Höhlen, welche unserer nördlichen Hemisphäre und besonders Europa so eigenthümlich sind. Es läßt sich sehr schwer bestimmen, wann die Knochenhöhlen, die man so häufig in den Gebirgen, namentlich im Kalkstein, findet, sich gebildet haben. Wahrscheinlich ist, daß sie zu verschiedenen Zeiten und unter verschiedenen Umständen ausgehöhlt wurden. Es ist jedoch nicht so sehr unsere Sache, von den Höhlen selbst, auf welche wir später zurückkommen werden, als vielmehr von den Knochen zu sprechen, die man so häufig in denselben findet. Dabei muß jedoch bemerkt werden, daß diese Ueberreste aller Wahrscheinlichkeit nach nicht lange nach Bildung der Höhlen selbst in ihre jetzige Lage geriethen.

Das Vorkommen von Knochen in Höhlen ist seit langer Zeit bekannt. Dieselben wurden stets einer großen Neugierde und Aufmerksamkeit gewürdigt. Besonders sind die Kalksteinhöhlen von Deutschland und Ungarn wegen der Menge Knochen und Zähne fleischfressender Thiere, die sie enthalten, berühmt geworden. Die Knochen, welche am häufigsten vorkommen, sind die des Bären und der Hyäne; die ersteren von einer Art, die so groß wie das Pferd war, die der Hyäne oft um ein Drittheil größer, als die gegenwärtig existirende Gattung. Mit diesen vermischt, findet man die Knochen von Tigern, Wölfen, Füchsen und andern Thieren, von welchen keine versteinert oder durch Rollen abgerundet sind.

Die früheren Beschreibungen dieser Höhlen und ihres Inhalts sind sehr merkwürdig. Dr. Ebröus beschreibt eine im Unterharz in der Grafschaft Hohlenstein gelegene, die von dem Landvolk die Zwerghöhle genannt wird. „Man findet hier," sagt er, „Schädel, Kinnbacken, Schulterblätter, Rückenwirbel, Rippen, Zähne, Dickbeine und andere Knochen von Menschen und Thieren. Einige derselben sehen wie ungeschlachte Steinklumpen aus und sind keinem bekannten Knochen ähnlich." Derartige unbestimmte und abgeschmackte Berichte haben die früheren Beschreiber der in den Kalksteinhöhlen gefundenen Knochen gegeben. Erst Professor Buckland begann die wissenschaftliche Erforschung der organischen Ueberreste der Knochenhöhlen mit der Untersuchung derjenigen von Kirkdale in Yorkshire. Er hat später auch die Höhlen Deutschlands besucht und eigentlich erst Anregung gegeben, daß diese von deutschen Geologen beachtet wurden. Seit der Veröffentlichung seines großen Werkes „Reliquiae Diluvianae" hat die Sache neues Interesse gewonnen. Viele Geologen haben sich emsig mit dieser Forschung beschäftigt, und obwohl die dadurch zu Tage geförderte Belehrung keineswegs als genügend betrachtet werden kann, so darf man doch hoffen, daß die Zeit nicht mehr ferne seyn wird, wo die gemachten Anstrengungen mit einem vollkommenen Erfolge gekrönt seyn werden.

Die Höhle von Kirkdale liegt zwischen Hilmsley und Kirby Moorside, etwa 25 engl. Meilen von York entfernt. Sie wurde im Sommer 1821 bei Eröffnung eines Steinbruchs entdeckt und von Professor Buckland im December desselben Jahres besucht. Ihre größte Länge beträgt etwa 245 Fuß; ihre Höhe wechselt zwischen 2 und 14, ihre Breite zwischen 2 und 7 Fuß. Ein Lager von weichem Schlamm bedeckt den Boden der Höhle. Unter diesem findet man die Gebeine. Der ganze Grund der Höhle von einem Ende zum andern war mit Zähnen und Knochen vollgestreut und sah aus wie ein Hundestall. Die Mehrzahl fand man am Eingang der Höhle; doch waren an allen Punkten die Knochen der großen und kleinen Thiere mit einander vermengt.

In dieser Kirkdaler Höhle entdeckte man die Ueberreste von 23 Thierarten: Hyäne, Tiger, Bär, Wolf, Fuchs und Wiesel; Elephant, Rhinozeros, Nilpferd und Pferd; Ochsen, drei Hirscharten, Hase, Kaninchen Wasserratte und Maus; Rabe, Taube, Lerche, Schnepfe und eine kleine Entenart. Beinahe alle diese Knochen waren zerbrochen und zernagt, und außer den Zähnen und einigen harten und festen Knochen fand man keine vollständigen Theile. Doch waren einige Fragmente von Kinnbacken da, die dem Hirsch, der Hyäne und der Wasserratte angehörten, die Zähne derselben enthielten und noch in gutem Zustande waren.

Aus dem zernagten und zerbrochenen Zustand der Knochen, der Art und Weise, wie sie auf dem Boden der Höhle herumgestreut waren, und der ungleich größeren Anzahl von Hyänenzähnen schließt Dr. Buckland, daß die Höhle eine lange Reihe von Jahren hindurch der Aufenthaltsort von Hyänen gewesen und daß die Knochen der andern Thiere die Ueberreste solcher Körper seyen, welche jene zum Behuf ihrer Nahrung in die Höhle schleppten. Während dieser Zeit fand, wie Buckland annimmt, ein Einbruch von Schlammwasser Statt, aus dem sich das Bett ablagerte, das jetzt den Boden der Höhle bedeckt, und wodurch die Knochen vor der Zerstörung bewahrt wurden, die sie getroffen hätte, wenn sie der Luft ausgesetzt gewesen wären. Man fand viele Knochen an der einen Seite polirt, während sie an der andern rauh blieben, was der Friktion zuzuschreiben ist, die durch das Gehen oder Reiben der Thiere an der Oberfläche hervorgebracht wurde. Wie viele Hyänen in dieser Höhle gelebt haben, läßt sich nicht genau ermitteln, doch sollen sich Spuren von deren 2- bis 300 vorfinden. Die Annahme, daß die Kirkdaler Höhle der Aufenthaltsort von Hyänen war, wird nach der Ansicht des Professors noch durch die weitere Gewißheit begünstigt, daß diese Thiere in verschiedenen Lebensperioden starben, denn während einige der vorgefundenen Zähne Spuren eines sehr hohen Alters trugen, da sie durch beständiges Kauen bis auf den Grund abgenützt waren, fanden sich auch wieder andere vor, die sehr jungen Thieren gehört haben müssen.

Die deutschen Höhlen: die Gailenreuther, das Kühloch, die Scharzfelder und die Baumannshöhle *), enthalten eine Menge Knochen, von denen der größere Theil zwei erloschenen Bärengattungen angehört. Der englische Naturforscher Egerton, der ebenfalls diese Orte besuchte, sagt in einem Briefe an Professor Buckland, daß er in allen Höhlen, die er besucht, Knochen von Schweinen, Vögeln, Hunden, Füchsen und Wiederkäuern, und, was noch weit merkwürdiger ist, auch alte Münzen und eiserne Hausgeräthschaften von sehr alten und ungeschlachten Formen gefunden habe, das letzte namentlich in der Rabensteiner Höhle. Diese Entdeckung scheint das Interesse, das das Vorkommen von Knochen in Höhlen hervorrief, noch zu erhöhen; um so mehr, wenn wir hier noch das Factum beiziehen, daß man im Süden von Frankreich Ueberreste von Menschen mit den Knochen des erloschenen Rhinoceros und anderer Thiere vermischt gefunden hat. Schon bei dem gegenwärtigen Stand der Wissenschaft läßt sich nachweisen, daß die Kno-

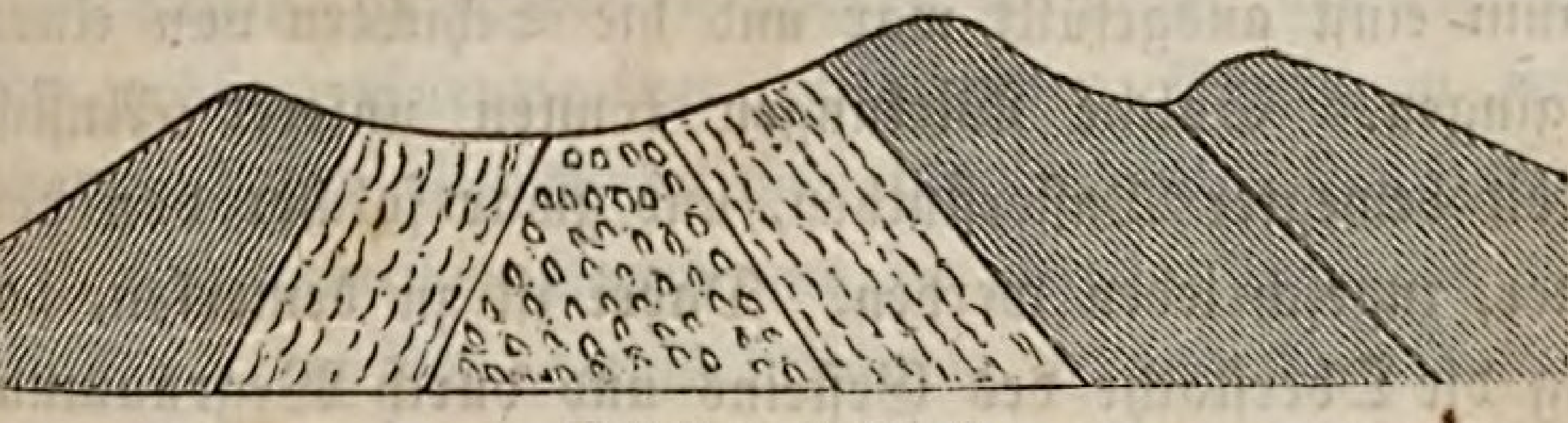
*) Auf diese Höhlen und noch andere, nicht minder merkwürdige werden wir in unserem nächsten Kapitel zurückkommen.

chen aller Höhlen nicht zu derselben Periode oder durch eine allgemeine Ursache in ihre gegenwärtige Lage gebracht worden sind. Wir dürfen jedoch keine weitere Erklärung hierüber erwarten, bis die Reisenden der Beschaffenheit des Landes um die Höhlen her eine eben so große Aufmerksamkeit widmen werden, als den Knochensammlungen selbst. Wenn wir eine so vollständige und genaue Beschreibung aller bekannten Knochenhöhlen besäßen, wie sie De la Beche über die von Plymouth gegeben hat, so würde die Bestimmung ihres Alters wenig Schwierigkeiten darbieten. „In den Oreston-Steinbrüchen bei Plymouth," sagt er, „gibt es Spalten und Höhlen im Kalkstein, welche zahlreiche Ueberreste von Elephanten, Rhinocerosen, Bären, Ochsen, Pferden, Hirschen und andern Thieren enthalten, die besonders in den Spalten unter bedeutenden scharfkantigen Massen und kleineren Kalksteinstücken begraben liegen. An einer Stelle, die ich mir bemerkte, fanden sich 90 Fuß unter solchen Anhäufungen thierische Ueberreste, deren Knochen und Zähne in einem schwarzen Thon stacken. Die in der berühmten Kentshöhle bei Torquay enthaltenen Ueberreste von Bären, Rhinocerosen, Hyänen und andern Thieren gehören in denselben Bezirk. Noch sind in dem oberen Kies dieser Gegend keine Thierüberreste von derselben Art, wie die in den Höhlen entdeckten, aufgefunden worden. Wenn wir aber unsere Forschungen gegen Osten zu fortsetzen, so werden wir sie gewiß in den Thälern von Charmouth und Lyme finden, welche Ueberreste von Elephanten und Rhinocerosen dasselbe relative Alter zeigen, wie die unter den Steintrümmern in den Felsspalten bei Plymouth, und wahrscheinlich auch die in den dortigen Höhlen und in der Kenthöhle enthaltenen. Man wird die Bemerkung machen, daß die thierischen Ueberreste, die das Vorhandenseyn eines wärmeren Klima's zu jener Zeit vorauszusetzen scheinen, gewöhnlich in niedern Gründen, in Spalten und Höhlen vorkommen. Auf den erstern mögen sie gelebt haben, und in die zwei letztern sind sie entweder gefallen oder durch Raubthiere geschleppt worden. Die Elephanten, indem sie wahrscheinlich Buschwerk und Gras abweideten; die Rhinocerose, weil sie niedere Gründe vorzogen; die Bären und Hyänen, da sie in Höhlen wohnten, und Hirsche, Ochsen und Pferde, weil sie durch Wald und Flur schweiften: lauter Umstände, die ein für sie geeignetes Land und somit Berg und Thal voraussetzten. Demzufolge wurden die Thäler schon vor der Existenz der Elephanten gebildet, und wenn eine Wassermasse auf das Land wirkte, und dabei diese Thiere vernichtete, so müssen die früher bestandenen Unebenheiten der Oberfläche einen Einfluß auf ihre Richtung gehabt haben." Diese Bemerkung führt uns auf einige weitere Beobachtungen über die Formation der Thäler, als viertes Resultat der diluvianischen Einflüsse.

Thäler=Bildung.

Nicht alle Thäler sind auf dieselbe Weise gebildet worden. Einige verdanken ihren Ursprung der Erhebung, andere der Herunterdrückung der Schichten der anliegenden Berge, andere einem theilweisen Herabgleiten oder einer Verrückung des Gesteins. Dieser brauchen wir in dem Folgenden nicht Erwähnung zu thun, denn die bereits in Beziehung auf die Schichtung und die Störung derselben aufgestellten Sätze müssen den Gedanken hervorgerufen haben, daß die Thäler durch die ungleiche Erhebung und Herabdrückung von Mineralmassen entstanden seyen.

Es gibt jedoch Thäler, die durch das Wasser hervorgebracht wurden. Einige Geologen sind der Ansicht, daß sie durch die Thätigkeit der Flüsse und das Ausbrechen von Seen geschaffen worden seyen, während andere sie der unwiderstehlichen Macht einer großartigen diluvianischen Strömung zuschreiben, die, indem sie die Oberfläche abkehrte, diese Furchen zum Durchgang ihrer Gewässer zog. Der Streit zwischen den Vertheidigern der beiden Theorieen ward einst mehr mit leidenschaftlicher Hitze, als mit wissenschaftlichem Eifer geführt. Wahrscheinlich hat jetzt aber jede Partei eingesehen, daß beide Theorieen in besondern Fällen wahr seyn mögen. Wir können nicht begreifen, wie die Thätigkeit eines Flusses oder das Entleeren eines Sees viele von den Thälern unseres Mutterlandes hätte hervorbringen können; allein es ist wahrscheinlich, daß Schluchten und Hohlwege, oder mit andern Worten, alle engen Defilé's, die durch senkrechte Felsmauern begrenzt sind und mit offeneren Strecken in Verbindung stehen, durch diese Ursachen hervorgebracht worden seyn mögen. Die Thäler, welche durch die Thätigkeit des Wassers entstanden, werden in zwei Klassen getheilt: in Erhebungsthäler und Denudationsthäler. Die erstern entstehen aus der vereinigten Thätigkeit unterirdischer und strömender Kräfte, die andern durch die Thätigkeit des Wassers allein.

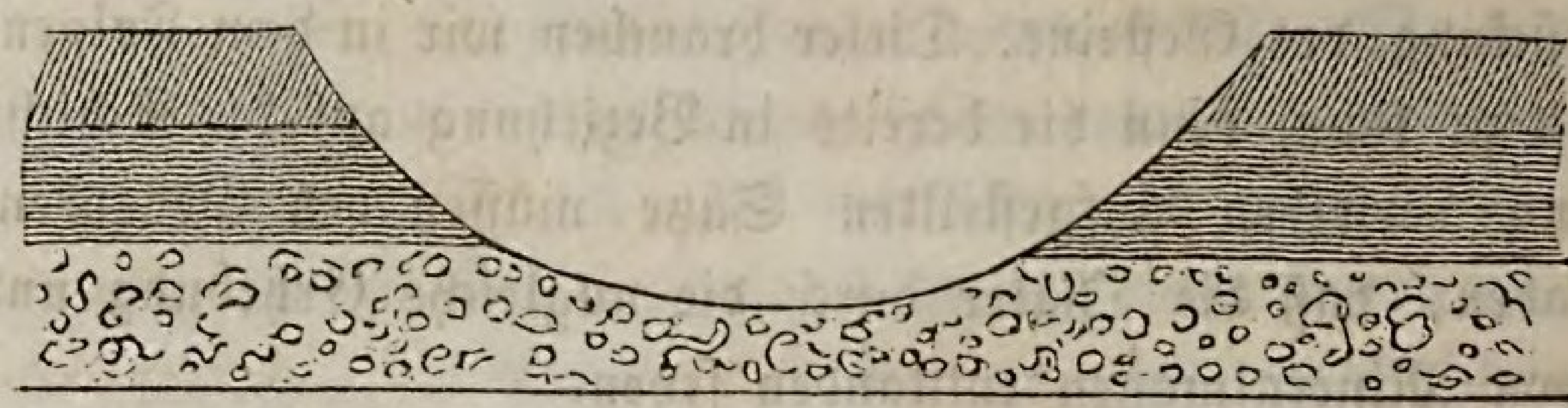


Erhebungs=Thal.

Die Erhebungsthäler bildeten sich durch den Bruch und das Emporheben der Schichten und die darauf folgende Entfernung der losgetrennten Theile durch das Wasser. In allen Thälern dieser Art sind die früher fortlaufenden Schichten aufgeschwellt und durch die Entfernung des Punktes, wo sich die Schichten begegneten, Thäler gebildet worden.

Denudations= (Entblösungs=) Thäler sind solche, welche durch die Einwirkung großer Wasserkörper und zwar in einer Periode geschaffen wurden,

die der Ablagerung der neuesten Gattung des alten Gesteins nachfolgte. Dieß beweist die ungestörte Lage der Schichten auf jeder Seite des Thals. Das Gestein, welches an der Mündung der Seine gefunden wird, ist mit grünem Sande bedeckt, mit Ausnahme mancher Lager, die häufig



Entblösungs-Thal.

zwischen jenen vorkommen; dieselbe Unregelmäßigkeit trifft man an der entgegengesetzten Küste von Lyme. Daraus läßt sich schließen, daß diese beiden Orte ehedem vereinigt waren. So wird man in einem kleineren Maaßstabe wahrnehmen, daß viele von unseren Thälern in Süddeutschland, dem mittleren Rheingebiet und dem Jurakalkgebirge dieselben Lager auf jeder Seite und im Allgemeinen in einer solchen Richtung haben, daß eine von der einen Seite nach der andern verlängerte Linie mit der Schichtungsgrenze zusammenfallen würde. „Wenn Jemand die gebrochenen Wälle einer Burg oder eines theilweise demolirten Palastes betrachtete, so würde er," sagt Calcott, „die Linien in Gedanken ziehen, in denen die Wälle gemauert gewesen wären, die Lücken ausfüllen und das Ganze wieder vereinigen. Ebenso wenn wir die nackten Enden und abgebrochenen Ränder der Schichten an der einen Seite des Thals betrachten, und sie mit ihren correspondirenden Enden an der andern vergleichen, müssen wir unwillkührlich die Bemerkung machen, daß der dazwischen liegende Raum einst ausgefüllt war und die Schichten von einem Berg zum andern gingen. Solche Wirkungen können unserer Ansicht nach nur der Thätigkeit bewegter Wasserfluthen, und zwar solcher von dem ungestümsten Charakter, zugeschrieben werden. Dabei ist zu bemerken, daß sie durch ihre Wirkung die Oberfläche des Gesteins und durch Wegräumung jedes Hindernisses Gerölle weiter führten und die Bestandtheile des oberen Kieslagers ansammelten.

Gibt man nun die auf den vorhergehenden Blättern aufgestellten Sätze und Folgerungen zu, so wird daraus hervorgehen, daß die Erdrinde durch eine Reihe von Ursachen gebildet wurde, die sowohl in Beziehung auf ihren Charakter, als ihre Stärke von einander verschieden waren. Die Beschaffenheit der Erde zu der Zeit, als sie aus den Händen des Schöpfers hervorging und in den Raum geschleudert wurde, um ihre unabläßige Umdrehung um das Gestirn des Tages zu vollenden, wagt die Geologie eben so wenig zu bestimmen, als sie die Behauptung aufstellt,

daß irgend eine von den Gebirgsarten, welche gegenwärtig ihre Rinde bilden, in ihrer heutigen Zusammensetzung einen Theil ihrer ursprünglichen Masse gebildet habe. Es fehlt übrigens nicht an Beweisen dafür, daß der gegenwärtige Zustand der Gebirgsarten keineswegs der nämliche ist, der er im Anfang war. Die Kräfte der Zerstörung und Auflösung sind überall thätig, und eben aus der Beschaffenheit der Materie darf der Schluß gezogen werden, daß ihre Thätigkeit von dem Augenblick an, wo die Stofftheilchen sich vereinigten, einigen Einfluß ausgeübt haben müsse. Demzufolge dürfen wir die Wirkungen dieser Ursachen auf der Oberfläche der Erde selbst suchen. Die Erfahrung lehrt, daß eine auf die Betrachtung vorhandener Ursachen gegründete Erwartung keine betrügliche ist, indem das Gestein, welches die Erdrinde bildet, stets Spuren von der Mannigfaltigkeit der Ursachen trägt, die darauf eingewirkt haben. Allein dieß Zeugniß beschränkt sich keineswegs auf die Beschaffenheit der Lager selbst, sondern wir können aus der Natur und der Beschaffenheit der organischen Ueberreste, die man in den verschiedenen Ablagerungen gefunden hat, mancherlei Thatsachen in Betreff der Beschaffenheit der Erde zu gewissen Zeitperioden folgern.

Die Wirkung, welche das Wasser durch Auswaschen und Zerstören auf das Gestein übt, wird sich am besten aus einer Prüfung der ungeheuren Ablagerungen von Thon, Sand und Kies erkennen lassen, die man in Flüssen, Seen und Meeren findet, und die sich in keiner Beziehung von den ähnlichen Lagern unterscheiden, welche theilweise die Erdkruste bilden. Die strömenden Kräfte, welche gegenwärtig auf die Oberfläche der Erde wirken, unterscheiden sich von denen, welche Gebirgsarten hervorbrachten, durch keinen andern Umstand, als den Mangel an Intensität. Die größere Energie der zerstörenden Kräfte in früheren Perioden hing aber von der eigenthümlichen physikalischen Beschaffenheit der Erde ab.

Die relativen Lagen und die oberflächliche Ausdehnung von Land und Wasser haben sich damals beständig verändert, und zwar nicht langsam und unmerklich, wie heutzutage, sondern in Folge des Einflusses von Ursachen, deren Wirkungen fast augenblicklich waren, indem sie das Bett des Oceans emporhoben und das trockene Land überschwemmten. In einigen Fällen war die Ursache und folglich auch die Wirkung eine örtliche; zu gewissen Zeiten aber fand wahrscheinlich eine allgemeine krampfhafte Bewegung der ganzen Erdrinde Statt, wo Element mit Element kämpfte und Verderben über die ganze Natur kam. Die verschobene und zerklüftete Beschaffenheit mancher Gebirge verbürgt uns die Wahrheit dieser Behauptung Die härtesten Mineralien sind durch die Intensität der Hitze geschmolzen worden, während die dabei erzeugten Dämpfe die mächtigsten

Massen aus einander rißen und dem geschmolzenen Gestein einen Ausweg verschafften.

Man darf nicht vergessen, daß der Endzweck der Geologie darin besteht: die Bildung der Erde, die dabei thätig gewesenen Ursachen, die Umstände, unter denen diese Ursachen wirkten, und die physikalischen Zustände gewisser Gegenden zu verschiedenen Perioden ihrer Existenz einigermaßen kennen zu lernen. Um diese Kenntnisse zu verbreiten, beschrieben wir also die Lagerung der Gebirgsarten, die Veränderungen, denen sie unterworfen waren, und die organischen Ueberreste, die sie enthalten. Die Facta, welche die Geologen entdeckt haben, bilden daher eigentlich nur die Anfangsgründe ihrer Wissenschaft, die Grundsätze, auf welche der Proceß der Weiterfolgerung angewendet werden muß.

Temperatur des Innern der Erde.

Es gibt mancherlei Umstände, welche uns auf den Glauben führen, daß das Innere der Erde eine weit höhere Temperatur habe, als die Oberfläche derselben. Aus den Versuchen der Professoren Mitscherlich, Bischoff u. A. m. ersehen wir, daß mineralische Substanzen in eine krystallinische Form gebracht werden können, wenn sie im Zustand der Schmelzung abgekühlt werden. Dieß Resultat beweist in Verbindung mit andern Thatsachen, daß viele krystallinische Gebirgsarten durch die Thätigkeit des Feuers gebildet worden sind. Das Vorhandenseyn von mehr als 200 in Wirksamkeit begriffenen Vulkanen gibt ein Zeugniß davon, daß eine bedeutende innerliche Hitze vorhanden ist. Die Lava, welche sie auswerfen, ist ferner in ihrer äußeren Erscheinung und inneren Zusammensetzung gewissen Basaltgesteinen so ähnlich, daß sich die Identität des Ursprungs nicht läugnen läßt. Diese Beobachtungen haben die Geologen, früheren Vorurtheilen zum Trotze, zu der Annahme veranlaßt, daß die Thätigkeit des Feuers bei Bildung einiger Gesteinarten und bei der Veränderung des gegenwärtigen Zustandes der Erdrinde mitgewirkt habe. Wir dürften uns vielleicht nicht weit von der Wahrheit entfernen, wenn wir die Behauptung aufstellten, daß alle Ursachen, welche gegenwärtig bei Hervorbringung einer Veränderung in den Beziehungen zwischen Wasser und Land thätig sind, dieß von jeher waren und in früheren Perioden nur weit heftigere Wirkungen hervorbrachten, als sie gegenwärtig thun. Wie unheilvoll und plötzlich die Veränderungen auch seyn mögen, welche oft gewisse Gegenden treffen, so sind doch diese Wirkungen ohne Zweifel nur gering, wenn wir sie mit denen vergleichen, welche bei Bildung der Erdrinde häufig vorkommen mußten. Diese Bemerkung gilt eben so sehr in Beziehung auf die Thätigkeit des Feuers, als auf die des Wassers. Die Ursachen der

Störung sind jetzt unter eine Controle gestellt, zu deren Herbeiführung sie selbst die Mittel waren, ein Umstand, der uns einen hohen Begriff von den Einrichtungen gibt, die der Schöpfer schon bei der ersten Zusammensetzung der Erde traf.

Die Ausbrüche von Tomboro, Teneriffa und anderen großen feuerspeienden Berge verdienen nicht mit der Gewalt verglichen zu werden, womit dieselbe Kraft Continente emporhob, Gebirgsketten bildete und die Oberfläche von ganzen Ländern und Continenten mit Lava überschüttete. Im Vergleich damit befindet sich gegenwärtig die ganze Natur in einem Zustand der Ruhe; die Kräfte, welche einst die Erde in einem innern und äußern Krieg verzehrten, haben jetzt beinahe aufgehört, thätig zu seyn, und da nun die Erde für den Aufenthalt des Menschen so vorbereitet ist, darf er das Erbtheil, das ihm Gott geschenkt, ohne große Störung von Seiten der zahlreichen ihn umgebenden Feinde genießen.

Die Erscheinungen, welche die Gebirge in fast allen Ländern zeigen, geben uns allen Anlaß zu dem Glauben, daß das Innere der Erde eine weit höhere Temperatur habe, als die Oberfläche derselben, wenn sie auch seit lange abgenommen hat und immer noch abnimmt. Wir sind noch nicht im Stande, dieß als ein Resultat der Erfahrung zu behaupten; aus den Beobachtungen jedoch, die über die Temperatur der Bergwerke angestellt worden sind, geht klar hervor, daß die Wärme von der Oberfläche abwärts zunimmt. Mancherlei Schwierigkeiten sind jedoch mit der Erforschung dieses Gegenstandes verbunden; und die Irrthümer, welche die Resultate aller bisher gemachten Versuche beeinträchtigen, verleiten Viele zu dem Glauben, daß die beziehungsweise hohe Temperatur der Bergwerke und anderer Aushöhlungen lokalen, von jeder Vermehrung der innern Hitze unabhängigen Ursachen zuzuschreiben sey. Die Ausdünstung des Bergmanns und die durch die Lampen sowohl, als die Sprengung mit Schießpulver erzeugte Hitze müssen allerdings die Temperatur der Gruben erhöhen und die durch Versuche erlangten Resultate beeinträchtigen. Allein die so entstandenen Fehler werden einigermaßen durch die Circulation kalter Luft durch die Gänge der Bergwerke gehoben, indem eine Masse Luft, sobald sie erhitzt wird, sich ausdehnt und entweicht und durch hereinströmende kalte Luft wieder ersetzt wird. Mag nun der Versuch mit der Temperatur der Luft oder mit der des Wassers im Bergwerke oder mit der des Gesteins selbst angestellt werden, so sind die Wirkungen dieser störenden Ursachen stets in Rechnung zu bringen. Einige Geologen aber schreiben die vermehrte Temperatur der Gruben und anderer Aushöhlungen einzig und allein jenen örtlichen Ursachen zu. In dieser Ansicht liegt etwas, das einem unverantwortlichen Skepticismus gleichsieht, denn wenn wir auch den

Einfluß dieser störenden Ursachen zugeben, so ist doch immer ein Ueberschuß da, der mit der Tiefe zunimmt und der nur einer Zunahme der innern Temperatur zugeschrieben werden kann. Bis zum Jahr 1827 wurden in verschiedenen Ländern und in Tiefen, die von 126 bis zu 1700 Fuß wechselten, gegen 300 Beobachtungen angestellt, deren Resultate Cordier zusammenfaßte. Sie führen sämmtlich zu demselben Schlusse, daß nämlich die unterirdische Temperatur mit der Tiefe zunehme. Cordier war bemüht, die Irrthümer, denen diese Versuche ausgesetzt waren, zu beseitigen, und ist aller Wahrscheinlichkeit nach der Wahrheit sehr nahe gekommen, wenn gleich die mit der Forschung verknüpften Schwierigkeiten unläugbar größer sind, als man dieß beim ersten Anblick denken dürfte. Wenn die Temperatur des in den Gruben gefundenen Wassers ein Zeugniß von der Temperatur der Tiefe, in der es gewonnen wurde, ablegen soll, so wird der Beobachter nothwendig in Betracht ziehen müssen, ob es von oben oder von unten in seine gegenwärtige Lage kam. Zugleich wird er auch die Hitze, die es beim Passiren des Gesteins empfing oder abgab, in Berechnung ziehen müssen. Wird die Temperatur des Gesteins selbst zur Probe genommen, so muß auf die Berührung desselben mit der Luft und mit dem durchsickernden Wasser Rücksicht genommen werden. Nachdem Cordier den Werth dieser Umstände so annähernd als möglich berechnet hat, folgert er aus den Versuchen im Allgemeinen, und aus seinen eigenen im Besondern, eine Reihe interessanter und wichtiger Grundsätze.

Aus diesen Versuchen geht nun hervor, daß allerdings eine der Tiefe entsprechende Vermehrung der Temperatur Statt findet, eine Temperatur, die durchaus unabhängig von den Sonnenstrahlen ist und wesentlich aus der Beschaffenheit der mineralischen Bestandtheile des Erdkörpers hervorgeht. Diese mit der Tiefe im Verhältniß stehende Zunahme der unterirdischen Hitze folgt nicht überall demselben Gesetze, denn in einigen Gegenden ist das Verhältniß der Tiefe zur Vermehrung der Temperatur weit größer, als in andern. Aus den in dem Observatorium zu Paris angestellten Versuchen ging hervor, daß an diesem Orte eine Tiefe von 51 Fuß die Wärme um einen Grad erhöht. Verfolgen wir dieß, indem wir eine ähnliche Fortsetzung der Zunahme annehmen, so muß die Temperatur des Gesteins bei einer Tiefe von etwa $^3/_4$ d. Meilen unter der Stadt Paris der des siedenden Wassers gleich seyn. Allein nicht an allen Orten erhalten wir dieselben Resultate, indem die Tiefe, wo die Vermehrung der Temperatur einen Grad zeigt, von 24 bis 104 Fuß wechselt. Allerdings ist der Unterschied, den die Vermehrung der Temperatur in Beziehung auf die Tiefe an verschiedenen Orten zeigt, einigermaßen Irrthümern zu-

zuschreiben, die mit den Experimenten selbst verbunden sind. Es läßt sich jedoch nicht ganz daraus erklären, und nachdem wir jedem Irrthum seinen Werth gegeben haben, müssen wir noch zugestehen, daß in der Vertheilung der unterirdischen Hitze keine regelmäßige Beziehung auf die Breite und Länge der Orte, sondern vielmehr eine gewisse Unregelmäßigkeit herrscht. Die mittlere Vermehrung der Temperatur ist auf einen Grad für je 50 Fuß berechnet worden. Man darf dieß Resultat jedoch nicht vollkommen genau annehmen; auch ist es nicht möglich, eine bestimmte Aeußerung darüber zu thun, ob es Linien gebe, unter welchen die Tiefe und Vermehrung der Temperatur in einem beständigen Verhältniß zu einander stehen. Es sind noch viele andere Experimente nothwendig, und diese sollten nicht nur in der Absicht gemacht werden, das Verhältniß zwischen der Vermehrung der Temperatur und der Tiefe an einzelnen Orten zu bestimmen, sondern auch um diejenigen Linien festzustellen, unter denen das Verhältniß dasselbe ist, vorausgesetzt, es gibt überhaupt solche. Wir dürfen dieses wünschenswerthe Ziel zu erreichen hoffen, und es wird die Aufgabe der kommenden Jahrhunderte seyn, diese Versuche zu wiederholen, herauszufinden, ob diese Verhältnisse beständig oder ob sie durch die Fortdauer beeinträchtigt sind, und ihre Beziehung zu den isodynamischen Zonen und zu der Linie ohne Abweichung zu bestimmen. Auch bei der emsigsten Thätigkeit wird die Lösung dieser interessanten Probleme eine beträchtliche Zeit erfordern, denn wir haben noch nicht mehr als den ersten Schritt zur Erforschung der Sache gethan. Zwei Dinge jedoch sind gewiß bestimmt: die vermehrte unterirdische Temperatur, und der Unterschied ihrer Zunahme an verschiedenen Orten.

Ein einfaches Bewendenlassen bei diesen Thatsachen ohne alle Rücksicht auf Theorie ließe sich kaum von dem vorsichtigsten Naturforscher erwarten. Nehmen wir an, die Temperatur vermehre sich von der Oberfläche der Erde gegen den Mittelpunkt hin im Verhältniß von 1 Grad Fahrenheit auf 50 Fuß, so folgt daraus, daß am Mittelpunkt eine Temperatur von 72,000 Grad Celsius seyn würde. In einer Entfernung von etwa 20 Meilen aber hätten wir eine Temperatur, die hinreichend wäre, alles bekannte Gestein zu schmelzen. Einige Gelehrte haben nun diese Folgerungen adoptirt, während andere sie verwerfen; denn wenn auch erwiesen ist, daß die unterirdische Temperatur im Verhältniß zur Tiefe zunimmt, so weit die Forschungen sich bis jetzt erstreckt haben, so lassen sich doch Grenzen für diese Zunahme bezeichnen. Es ist vielleicht unklug, die angeführten Facta für den Dienst einer gewissen Theorie zu pressen; andererseits wird es aber, wenn es wahr ist, daß die innere Temperatur im Verhältniß zur Tiefe an all den Orten zunimmt, wo Versuche gemacht worden sind, schwer seyn,

irgend eine Tiefe zu bezeichnen, wo die Temperatur ihr Maximum erreicht hätte. Aller Wahrscheinlichkeit nach war es dieser Umstand, was Cordier und Andere zu der Ansicht veranlaßte, die Temperatur der Erde nehme bis zum Mittelpunkt zu, während sie zugleich in Folge der Ausstrahlung an der Oberfläche im Verlauf der Zeit in jeder Tiefe abnehme.

Daß der Mittelpunkt der Erde sich in glühend-flüssigem Zustande befinde, ist keine neue Lehre; allein erst neuerdings wurde diese Annahme durch Versuche geprüft. Einige alte Naturforscher, die dem Element, das wir Wärme nennen, eine materielle Existenz beilegten, waren der Ansicht, das Innere der Erde empfange und behalte einen Theil der Sonnenstrahlen und habe so einen Vorrath von Wärmestoff aufgehäuft, der zur Hervorbringung der Phänomene geeignet sey, die anerkanntermaßen aus einer bedeutend erhöhten Temperatur entspringen. Andere denken sich die Erde ursprünglich in einem glühend-flüssigen Zustande und glauben, daß im Verhältniß mit der Abnahme der oberflächlichen Temperatur eine Verdichtung von Wasserdünsten an der Oberfläche Statt gefunden habe, und daß sich daraus Meere, Seen und Flüsse gebildet und alle die Resultate herbeigeführt haben, die wir jetzt als Folgen von der Bewegung des Wassers kennen. Um den ursprünglichen Feuer-Zustand der Erde zu erklären, haben Einige die Vermuthung aufgestellt, sie sey ein Theil eines Kometen, der im Verlauf seiner Wanderung in den Bereich der Anziehungskraft der Sonne gerathen sey, die ihn nun festhalte und ihn zwinge, eine regelmäßige Bahn um sie zu durchlaufen. Wieder Andere haben geglaubt, sie müsse ein Stück vom Sonnenkörper selbst seyn, das in einem flüssigen und feurigen Zustande ausgeworfen worden sey. Der berühmte französische Astronom La Place berechnet ihre Geschichte von einer Periode her, wo sie noch als nebelartige Materie im Raum geschwommen sey, und keine größere Dichtigkeit gehabt habe, als die Morgenwolke. Mit diesen Hypothesen haben wir nichts zu schaffen, sie sind nur Denkmale von den Träumereien großer Geister. Da sie aber jeder Begründung ermangeln, so können sie nicht lange existiren und dienen nur als Warnungszeichen für künftige abenteuerliche Theoretiker.

Nachdem wir nun die Resultate dargelegt haben, zu denen wir durch Folgerungen aus wohlverbürgten Experimenten, sowie auch andererseits durch eine von der Philosophie nicht gezügelte Einbildungskraft gelangen können, so wird es wohl wünschenswerth seyn, auch darüber in's Klare zu kommen, was sich aus den Grundsätzen gewinnen lasse, welche die Gelehrten im Allgemeinen als wahr annehmen. Welche Meinungen auch in Betreff des feuerflüssigen Zustandes des Innern der Erde herrschen mögen, so wird, wenn wir die Gesetze der Schwerkraft als wahr anneh-

men, kein vernünftiger Grund vorhanden seyn, die Vermehrung der unterirdischen Temperatur zu läugnen. Nun ist in einem früheren Kapitel bewiesen worden, daß die atmosphärische Luft verschiedene Dichtigkeiten habe, die von dem Druck, dem sie unterworfen ist, und der Schwerkraft abhängen. Da nun die Luft auf dem Meeresspiegel eine größere Dichtigkeit hat, als auf einem hohen Gebirge, so muß auch ihre Dichte in einem tiefen Bergwerk größer seyn, als an der Oberfläche der Erde. Es ist ferner bekannt, daß Körper Wärme ausströmen, wenn ihre Theile zusammengedrückt werden. Dieß erklärt einigermaßen die Erscheinung, daß die Temperatur zunimmt, wenn die Erhebung über den Meeresspiegel abnimmt. Die vergrößerte Dichte der atmosphärischen Luft würde daher in tiefen Gruben die Temperatur der Luft erhöhen. Und obschon sie allein nicht hinreichend ist, um all die Resultate, welche durch die Versuche gewonnen wurden, zu erklären, so ist sie doch unserer Aufmerksamkeit werth. Ivory hat berechnet, daß Ein Wärmegrad aus der Luft entwickelt werde, wenn dieselbe eine Verdichtung von $^1/_{180}$ erleide; wenn also ein Luftkörper plötzlich um die Hälfte seines Umfangs verkleinert würde, so würde die ausströmende Hitze 180 Grad zeigen.

Allein sowohl feste Körper als Gase entbinden Wärme, wenn sie comprimirt werden. Ein Stück Eisen kann durch häufiges Hämmern in Rothglühhitze versetzt werden. Nun läßt sich leicht beweisen, daß die Dichtigkeit der mineralischen Bestandtheile der Erde im Verhältniß zu ihrer Annäherung an den Mittelpunkt steht, und demzufolge werden sich ihre Temperaturen in demselben Verhältnisse befinden. Es gibt zwei entgegengesetzte Kräfte, welche auf die Oberfläche der Erde wirken: die Centrifugalkraft und die Schwerkraft. Die schnelle Umdrehung der Erde um ihre Axe erzeugt eine Kraft, welche jeden einzelnen Theil zwingt, seine Verbindung zu verlassen und als ein unabhängiges Atom in den leeren Raum hinaus zu fliegen; dieß ist die Centrifugalkraft. Allein ihre Wirkung wird durch die Schwerkraft gehemmt, welche jedem einzelnen Theil ein Streben verleiht, nach dem Mittelpunkte zu fallen, und dadurch die Trennung, die aus der ungehinderten Thätigkeit der Centrifugalkraft folgen würde, unmöglich macht. Die Wirkungen dieser beiden Kräfte sind aber nicht weniger deutlich, als die Gesetze, welche sie regieren. Die Centrifugalkraft vermehrt sich mit dem Abstand vom Mittelpunkt, die Schwerkraft mit der Annäherung an denselben. Daraus folgt, daß die Dichtigkeit der Erde im Verhältniß zu ihrer Tiefe zunimmt, und da durch Compression Hitze erzeugt wird, so muß auch die unterirdische Temperatur mit der Tiefe zunehmen.

Wenn wir die Wahrheit der angeführten Beweisgründe und die Folgerungen, welche sich daraus ziehen lassen, zugeben, so sind die ver-

schiedenen Resultate, welche vermittelst Experimenten über die innere Hitze an verschiedenen Orten gewonnen wurden, nicht mehr schwer zu erklären. Es ist bekannt, daß die Erde aus einer Menge Substanzen besteht, die bestimmte physikalische Eigenschaften haben. Einige haben eine große Empfänglichkeit für Wärme, andere sind gute Wärmeleiter, während eine dritte Klasse diese beiden Eigenschaften entbehrt. Wenn wir annehmen könnten, daß alle mineralischen Verbindungen, welche den Erdkörper bilden, vollkommene Wärmeleiter wären, so würde eine beständige Strömung der Wärme nach der Oberfläche und eine Ausstrahlung von dieser stattfinden. Eine solche Strömung gibt es; aber nicht alle mineralischen Massen sind Leiter, und wenn eine erwärmte Schichte von einer Substanz umgeben ist, welche die Wärme nicht weiter leiten kann, so wird die Temperatur zurückgehalten. Wir dürfen uns daher nicht wundern, daß bei denselben relativen Tiefen an verschiedenen Stellen verschiedene Resultate gewonnen werden, indem diese Differenz nothwendig aus den Eigenthümlichkeiten der Körper in Beziehung auf das Princip der Wärme entspringt. Es dürfte vielleicht von Einigen die Vermuthung aufgestellt werden, daß dieser Wechsel der Temperatur bei gleichen Tiefen durch eine lokale chemische Thätigkeit befördert werde. Dieß mag innerhalb gewisser Grenzen der Fall seyn, und zufällige Veränderungen im allgemeinen Gesetz hervorbringen. Wir glauben jedoch nicht, daß unter dem ungeheuren Druck, der schon in beziehungsweise kleinen Tiefen herrscht, eine große chemische Wirkung ausgeübt werden könne.

Auf diese Weise läßt sich die Existenz einer zunehmenden innern Hitze erklären, ohne daß wir zu der Annahme unsere Zuflucht zu nehmen brauchen, die ganze Erdkugel habe sich anfänglich in einem Zustand der Schmelzung befunden und durch die Ausstrahlung der Wärme und die daraus folgende Abkühlung des obern Theils der Masse seyen Schichten von primitivem Gestein gebildet worden. Wir sehen auch nicht die absolute Nothwendigkeit der Annahme ein, daß sich das Innere der Erde in irgend einer früheren Periode beständig in feurig-flüssigem Zustande befunden habe, wenn gleich die dafür angeführten Gründe hinlänglich beweisen, daß sich durchaus eine beträchtliche Vermehrung der Wärme und an einigen Stellen möglicherweise sogar eine absolute Schmelzflüssigkeit vorfindet.

Cordier, der die Feuerflüssigkeit eines großen Theils des Erdkörpers annimmt, hat diese Annahme auf eine sehr sinnreiche Weise zur Erklärung der vulkanischen Thätigkeit benützt. Er ist nämlich der Ansicht, daß vulkanische Erscheinungen aus der allmähligen Abkühlung und der daraus folgenden Zusammenziehung des Innern der Erde entstehen. Die Zusammenziehung der erkaltenden Kruste soll einen ungeheuren Druck auf die

innere flüssige Materie (in vielen Fällen im Betrag von 28,000 Atmosphären) üben, und einen Theil des geschmolzenen Gesteins durch eine bereits gebildete Oeffnung treiben oder einen neuen Durchgang erzwingen, indem sie die feste Kruste an solchen Stellen auseinanderreiße, wo sie am wenigsten Widerstandsfähigkeit habe. Zur Bekräftigung seiner Ansicht führt er folgende merkwürdige Berechnungen an. Nach Maaßgabe der von verschiedenen Vulkanen ausgeworfenen Materie berechnet er, daß der äußerste Belauf des Produkts eines Ausbruchs weniger als ein Kubik-Kilometer oder 1,308,044,971 Kubik-Metres ist. Nimmt man nun die mittlere Dicke der Erdrinde zu etwa 15 deutschen Meilen an, so würde eine Zusammenziehung, die eine Verminderung des Radius der Centralmasse um $^1/_{12694}$ Zoll hervorbrächte, hinreichend seyn, um einen heftigen Ausbruch herbeizuführen. Cordier behauptet nun ferner, daß bei einer Annahme von fünf jährlichen Ausbrüchen die Differenz zwischen der Zusammenziehung der festen Rinde und der der innern Masse den Radius dieser Masse um nicht mehr als 0,03937 Zoll in einem Jahrhundert verkürzen würde.

Daß die vulkanischen Ausbrüche die Wirkungen einer hohen inneren Temperatur sind, bezweifeln wir keineswegs; allein gegen Cordier's Theorie möchten sich doch mancherlei gewichtige Einwürfe erheben lassen.

Aus der kurzen Analyse, die wir über die Thatsachen und Raisonnements gegeben haben, aus welchen sich eine höhere innere Temperatur darthun läßt, wird hervorgehen, daß es nicht so leicht ist, die allgemeinen Gesetze zu bestimmen, denen dieselbe unterworfen ist. Wenn der innere Theil der Erde aus einer feurigen Flüssigkeit besteht, so muß die feste Rinde, welche ihn umhüllt, von ungleicher Dicke seyn, da die Schmelzpunkte der verschiedenen mineralischen Substanzen durch weite Temperatur-Zwischenräume getrennt und ihre Leitungsfähigkeiten nicht weniger ungleich sind. Es muß daher ein bedeutender Unterschied in dem Betrag der ausgestrahlten Wärme vorherrschen, ohne Rücksicht auf die Lage des Orts an der Oberfläche der Erde. Dieser letztere Gesichtspunkt verbindet die Sache mit der Frage von den Klimaten, deren Verschiedenheit längst die Aufmerksamkeit der Gelehrten erregt hat. Bis jetzt können wir jedoch den Einfluß nicht einmal ahnen, den die Entscheidung dieser Hypothese auf die Lösung so mancher Probleme haben mag, die den Naturforscher lange in Verwirrung setzten. Bei dem gegenwärtigen Stand unserer Kenntnisse mögen die gegebenen Details für den gewöhnlichen Leser einigermaßen uninteressant seyn, allein wir erklären zum Voraus, daß, wenn einmal die Principien entschieden sind — was doch im Bereich der Versuche und des physikalisch-mathematischen Raisonnements liegt

— dieser Gegenstand an Wichtigkeit oder Interesse keinem andern nachstehen wird.

Wenn es wirklich wahr ist, daß die Temperatur mit der Tiefe zunimmt, so lassen sich viele Erscheinungen, deren Ursachen vor der Hand noch Gegenstände der Muthmaßung sind, leicht erklären. Die Zerrüttung der alten Gebirgsarten und der Auswurf vulkanischen Stoffes aus ihnen, das Erscheinen neuerer Vulkane, sowie das von Erdbeben und warmen Quellen, läßt sich, sobald die angeführten Behauptungen zugestanden werden, leicht erklären. Wir müssen jedoch jetzt zu einer Auseinandersetzung derjenigen Erscheinungen übergehen, die wir aus jenen entsprungen glauben, und die Ansichten durchnehmen, die von Anderen über den Ursprung derselben Erscheinungen aufgestellt worden sind.

Vulkane.

Die Geologie war lange nur eine Zusammenstellung von Hypothesen; seit vielen Jahren aber ist sie in den Rang einer praktischen Wissenschaft vorgerückt. So viel sie aber auch durch den Fleiß und den Eifer derer, die sich ihrer Verbesserung gewidmet haben, gewonnen hat, so muß man doch immer noch sehr vorsichtig seyn, wenn es sich um die vollständige Aufnahme von Behauptungen handelt, und die Hypothesen sind mit einer strengen Rücksicht auf den wahren Fortschritt der Wissenschaft zu prüfen. So lang das phlogistische Gespenst von Stahl und Becher noch in der Chemie spukte, war jede Erscheinung in den dadurch gebildeten Nebel gehüllt; eben so haben auch die gehaltlosen Vermuthungen der Kosmogonisten die in den Blättern der materiellen Existenz aufbewahrten Erscheinungen verdunkelt. Wenn wir die geologische Beschaffenheit der Erde beschreiben, so sind wir gewöhnt, von den Kräften, die wir als dabei thätig annehmen, auf eine Weise zu sprechen, wie wenn die Erde überhaupt nicht existiren könnte, wofern sie den Charakter nicht bewahrte, den unsere Einbildungskraft ihr beilegte; ja als hätte sie überhaupt nicht existiren können, wenn sie nicht nach unserem eigenen Plane geschaffen worden wäre. Nunmehr sind die Geologen von der Sucht, die ihren Vorgängern anklebte, geheilt und richten ihre Anstrengungen auf die Entdeckung der Wahrheit. Unsere Kenntniß von der Kraft des Feuers und der Phänomene, die mit der vulkanischen Thätigkeit in Verbindung stehen, wird nun hoffentlich bald so weit vorgeschritten seyn, daß wir den Umfang und die Beziehungen der vulkanischen Thätigkeit mit weit mehr Gewißheit zu bestimmen im Stande sind, als dieß früher möglich war. Es gab eine Zeit, und einige unserer Leser werden sich derselben fast noch erinnern, wo die Berge Aetna und Vesuv allgemein als die Typen der vulkanischen Thätigkeit be-

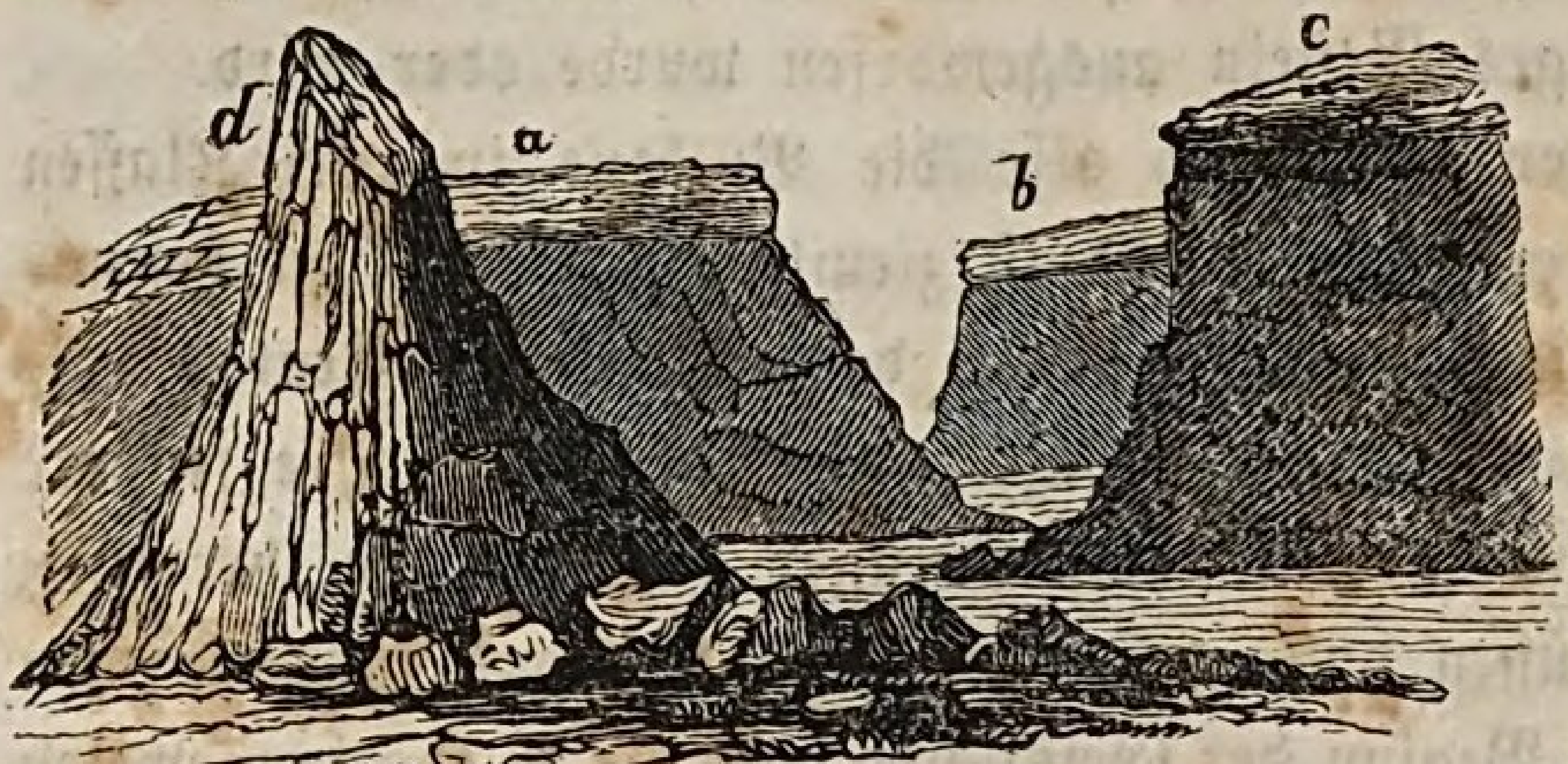
trachtet wurden, und man die Existenz der feurigen Ursache durch eine Vergleichung aller Erscheinungen mit denjenigen, welche den Ausbruch dieser berühmten Berge begleiteten, bestimmte. Die umfassenden Beobachtungen, welche von den Männern, die sich neuerdings mit dem Studium der Geologie beschäftigten, gemacht wurden, haben uns bereits einen genaueren Begriff von der vulkanischen Thätigkeit verschafft, manche Dinge, die wahrscheinlich in Verbindung mit der Ursache stehen, aufgeklärt und uns mit der geographischen Lage der Gebirge und ihrer Thätigkeitsperioden bekannt gemacht.

Der Gebrauch der Worte „Vulkan" und „vulkanische Ursache" ist ein sehr unbestimmter. Bisweilen nimmt man sie für synonym mit den Ausdrücken „feurige Wirkungen" und „feurige Agentien," während sie andrerseits nur zur Bezeichnung der Erhebungen, die aus ihren Gipfeln oder Kegeln geschmolzenes Gestein auswerfen, sowie zur Benennung der Ursache dienen, welche jene erzeugte. Einige Schriftsteller bringen auch das Phänomen warmer Quellen unter den Begriff vulkanischer Thätigkeit; Andere begreifen noch den Auswurf von Schlamm, wie in Turbaco in Südamerika, darunter, während noch Andere ihn auf den positiven Ausbruch flüssiger mineralischer Materie aus dem Innern der Erde beschränken. So gewiß es nun auch seyn mag, daß der Ursprung vieler Erscheinungen der Thätigkeit derselben Ursache zuzuschreiben ist, so sollte doch in der beschreibenden Darstellung einiger Unterschied gemacht werden. Anstatt daher den Ausdruck Vulkan auf alle diejenigen Erscheinungen anzuwenden, wo gewisse Substanzen aus der Erde geworfen werden, werden wir ihn nur auf diejenigen Fälle anwenden, wo flüssiges Gestein ausgeworfen wurde oder wird.

Nach unserer Definition lassen sich also die Vulkane in zwei Klassen eintheilen: in thätige und erloschene. Es ist ziemlich schwierig zu bestimmen, ob ein Vulkan erloschen sey oder nicht, denn oft haben Krater, die Jahrhunderte lang keinen Ausbruch gehabt hatten, plötzlich ihre frühere Thätigkeit wieder angenommen und ihren flüssigen Inhalt über ihre Umgebung verbreitet. Wir müssen daher alle diejenigen Vulkane für erloschen betrachten, welche seit dem Beginn der Geschichte nicht mehr thätig gewesen sind. Sollte aber einer von diesen nachher noch einen Beweis von der fortdauernden Existenz des Agens ablegen, so müßte er wieder unter die thätigen Kegel gerechnet werden. — Die interessanteste Reihe erloschener Vulkane, die wir in unserer Nähe kennen, ist diejenige der Auvergne in Frankreich. Von ihnen aus läßt sich, wie wir schon beim Basalt (S. 237) erwähnten, ein langer Zug ähnlicher Formationen bis an die Ufer des Rheins herüber zum Kaiserstuhl bei Freiburg, in die Gegend der Eiffel und von Neuwied, an das Siebengebirge, in die Gegend von Fulda, über Sachsen

und Böhmen bis nach Ungarn und Siebenbürgen hinein und noch weiter verfolgen. Die jüngsten Vulkane der Auvergne zeigten schon zur Zeit von Julius Cäsar's Einfall in Gallien keine Spur mehr von ihrer früheren Thätigkeit; denn dieser hat in seinen Kommentaren ihres vulkanischen Ursprungs nicht erwähnt, obschon er auf denselben lagerte. Die Frage, wie lange vorher sie schon keine von den Erscheinungen mehr boten, die mit einem Ausbruche verbunden sind, gehört in das Gebiet der Spekulation, indem die ältesten historischen Mittheilungen über dieses Land nicht das Geringste davon erwähnen.

Der neueste Theil dieses Distriktes ist der westlich von Clermont gelegene. Dieß geht aus der Lage der Lava, nicht aber aus irgend einem unterscheidenden Charakterzug in ihrer Zusammensetzung hervor; denn es ist bekannt, daß alle auf die Unterschiede in der chemischen Beschaffenheit der ausgeworfenen Materialien gegründeten Folgerungen höchst irrig sind. Wenn aber der Geologe eine Lavaschichte ein anliegendes Thal hinab verfolgt, so darf er mit Recht annehmen, daß dieselbe erst nach Aushöhlung des Thales ausgeworfen worden sey; kommt die Lava dagegen an Orten vor, wo sie eigentlich nicht seyn sollte, bedeckt sie namentlich Hügel, die das Thal umgeben, so darf der Geologe den Schluß ziehen, daß sich das Thal erst nach dem Ausbruch der Lava gebildet habe, indem die Schichte durch seine Aushöhlung unterbrochen wurde. Nun ist allgemein anerkannt, daß solche Thäler durch die letzten diluvianischen Thätigkeiten gebildet wurden. Wir können daher die erloschenen Vulkane sehr passend in vor- und nachdiluvianische eintheilen.



Nehmen wir an, die Vorberge abc seyen aus vulkanischem Gestein gebildet, indem sie alle erforderlichen Merkmale haben, um sie als Theile derselben Masse auszuzeichnen. Aus ihrer Lage und Einsenkung geht hervor, daß sie früher zusammenhingen, und daß die Katastrophe, welche das Thal aushöhlte, den zwischenliegenden Theil der Schichte zerstörte. Das vulkanische Gestein ist daher antidiluvianisch (vorsündfluthlich). Wäre aber der Kegel d und ein anliegendes Thal mit einer Lavaschichte bedeckt, so würde dieß eine postdiluvianische (nachsündfluthliche) Formation heißen.

Es gibt eine Gegend, die vor allen anderen die Nachforschung belohnen und wahrscheinlich zu wichtigen Ergebnissen führen würde: wir

meinen die Umgegend des Todten Meeres. Aus der heiligen Schrift wissen wir, daß der Punkt, der jetzt Tdas odte Meer heißt, die gut bewässerte und fruchtbare Gegend des Jordan war, wo Loth wohnte, als die Städte überschüttet wurden. Aus dem Charakter und der Vertheilung der alten Lava, des Bimssteins und anderer vulkanischen Produkte, die man dort gefunden hat, können wir den Schluß ziehen, daß die Ueberschüttung der Städte und die Bildung des Sees oder Meeres durch einen jetzt erloschenen Vulkan geschah, der an der Südostseite des Sees liegt. Alle Reisende, die diese öde Gegend besucht haben, sprechen von ihren Naphthaquellen und Schwefelbergen. An einigen Stellen ist der Boden von diesen inflammablen Materien so durchdrungen, daß er leicht entzündet werden kann. Bimsstein, Obsidian und Asche sind über das Land umher gestreut, und an verschiedenen Punkten hat man Krater unter Sienit- und Porphyr-Felsen entdeckt.

Daubeny hat in seinem Werke über Vulkane eine sehr interessante Beschreibung dieses Distriktes gegeben. In einigen Einzelheiten über den Ursprung des Todten Meeres stimmen wir jedoch nicht mit ihm überein. Er sagt nämlich: „Ich möchte behaupten, daß derselbe Vulkan, der die Städte in der Ebene zerstörte, zu gleicher Zeit einen Lavastrom auswarf, der stark genug war, um den Lauf des Jordans zu hemmen, dessen Gewässer den Damm nicht mehr zu überwältigen vermochten, und sich daher in der Ebene von Siddim so lange ansammelten, bis sie diese in den gegenwärtigen See verwandelten.“ Der natürliche Ausfluß des Stroms ward so verändert, seine Mündung, die nach der Annahme des Doktors in den elemitischen Arm des rothen Meers bei Ahaba ging, wurde gänzlich vernichtet, und die Gewässer, welche von den Bergen des Antilibanon herabkamen, gingen in der Verdunstung des Todten Meers auf. Dieses ist nämlich eine bloße Ansammlung derselben, indem seine Ausdehnung durch die Temperatur bestimmt wird, welche eine im Verhältniß zu der Quantität, die ihm der Jordan und andere Ströme bringen, stehende Ausdünstung an seiner Oberfläche hervorbringt.

Wenn wir auch die Genauigkeit der allgemeinen Umrisse des geologischen Bildes, welches uns Dr. Daubeny von dem heiligen Land vor der Katastrophe, welche die Städte der Ebene zerstörte, gibt, zugestehen, so stoßen wir doch auf einen Zug, der uns ungenau erscheint: dieß ist die südliche Richtung des Jordan. Er spricht von einem großen, durch Burkardt entdeckten Längenthal, welches der Kanal sey, durch den sich die Wasser ehedem entladen hätten. Allein wahrscheinlich ist, daß dieser Fluß sich entweder verlor, ehe er Ahaba erreichte, oder daß er, nachdem er das Thal von Siddim passirt hatte, sich nach Westen wendete und in das

mittelländische Meer ergoß; denn wir können uns nicht denken, daß ein so kleiner Fluß wie der Jordan, der durch so wenige Nebenflüsse genährt wurde, seinen Weg durch die beiden Mündungen von El-Araba und El-Ghor genommen habe, um so mehr, als der Strom selbst beständig in Folge der Ausdünstung abnahm. Diese Frage läßt sich jedoch nur durch eine sorgfältige Prüfung des Landes lösen. Wir glauben auch nicht, daß das Todte Meer eine Ansammlung von Wasser ist, das durch den Jordan in das Thal von Siddim gebracht wurde; es erscheint uns vielmehr weit wahrscheinlicher, daß der Boden, auf dem die vernichteten Städte standen, zur Zeit ihrer Zerstörung einsank, und daß sich der See dann unmittelbar bildete, wie dieß auch bei Euphemia der Fall war. Auf welche Art und Weise aber auch die vulkanische Kraft thätig gewesen seyn mag, um diese Wirkung herbeizuführen, so würde es immerhin höchst interessant seyn, etwas von der gegenwärtigen Natur der Gegend und der Vertheilung der Lava in den benachbarten Thälern zu erfahren.

Es ist bereits gesagt worden, daß man nicht selten vulkanisches Gestein findet, das mit geschichteten Ablagerungen abwechselt, oder von demselben eingeschlossen ist. Die Gebirgsarten dieser Klasse sind unter dem generischen Ausdruck „Trapp" bekannt, und werden insbesondere Grünstein, Basalt und Porphyr genannt. So ist z. B. das Gestein des Pic du Midi de Bigorre und der Kalkstein desselben häufig mit einer oberen Schichte von Basalt bedeckt. In Christiania, in Norwegen, sind der Schiefer und die Grauwacke von einem nicht weniger als 1600 Fuß dicken Porphyr-Lager bedeckt, und in Holmestrand geht dieselbe Masse in einen feingekörnten Basalt über. Auf der Insel Skye ist der rothe Sandstein von vielen Trappadern durchkreuzt und bisweilen von demselben Gestein überlagert; in Lamlash auf den Hebriden-Inseln ist Sandstein, Conglomerat und Klingstein von einer Ader sphäroidalen Basaltes durchdrungen.

Thätige Vulkane.

Die thätigen Vulkane lassen sich in zwei Klassen theilen: in die überirdischen und die unterseeischen Vulkane, d. h. in solche, deren Krater der Einwirkung der Atmosphäre ausgesetzt sind, und in solche, die sich unter dem Wasser befinden. Man wird leicht begreifen, daß in dem Charakter der Erscheinungen, welche ihre Thätigkeit unter diesen zwei Umständen begleiten, eine große Verschiedenheit stattfinden muß, eine Verschiedenheit, die sich nach der Dichtigkeit des Mediums richtet, durch welches die Kraft gehemmt wird. Unsere Kenntniß von den Erscheinungen, die einem unterseeischen Ausbruch vorangehen und ihn begleiten, ist höchst beschränkt. Wir werden jedoch immerhin die Erscheinungen in Betracht

ziehen müssen, die ein Ausbruch unter diesen beiden Umständen zur Folge hat.

Erscheinungen, die der vulkanischen Thätigkeit gewöhnlich vorangehen.

Zu jeder Zeit hat es Männer gegeben, die ihr Streben von dem gewöhnlichen der Menschen trennten und einen großen Theil ihrer Zeit der Erforschung natürlicher Phänomene widmeten. Diese Männer haben die Ursachen, welche Anderen für Geheimnisse der allmächtigen Weisheit galten, zu ergründen gesucht und sich an der Betrachtung der Schönheit der Schöpfung und der Weisheit, die sich in ihrer Bildung beurkundet, erfreut; diejenigen aber, auf welche die Natur in den Zeiten ihrer Ruhe keinen Eindruck zu machen vermochte, haben sich zu ihrem Wesen im Momente ihrer erhabensten Aufwallung hingezogen gefühlt. Die Wahrheit dieser Bemerkung wird Jedermann zugestehen, welcher auch nur Zeuge von der heftigen Umwälzung war, die ein vorübergehendes heftiges Gewitter hervorbrachte; noch mehr aber diejenigen, welche Berge erzittern und unter der Gewalt des innewohnenden Feuers bersten sahen. Die Wichtigkeit, welche die Menschen ungewöhnlichen Erscheinungen, besonders wenn sie einen schreckhaften Charakter tragen, beilegen, wurde für uns zur großen Fundgrube der Belehrung über die Zustände und die Wirkungen derjenigen vulkanischen Berge, die in Gegenden existiren, welche von den Alten gekannt oder bewohnt waren.

Die Erscheinungen, welche einem vulkanischen Ausbruch vorangehen, zeigen, wo sie auch geschehen mögen, immer eine große Charakterähnlichkeit, obgleich sie in Hinsicht der Stärke sehr verschieden sind. Die Kraftäußerung hängt hauptsächlich von der Gewalt, die zur Oeffnung eines Ausgangs für die flüssige Masse nothwendig war, und von den sie begleitenden gasartigen Fluiden ab. Wenn die Oeffnung eines Vulkans durch eine Lava-Ansammlung in der Spalte, durch welche ein früherer Ausbruch stattfand, verrammelt ist, so wird eine größere Gewalt erforderlich seyn, als sonst der Fall wäre, indem die Spalte wieder geöffnet und die Lava wieder gehoben werden muß. Wäre aber eine ganz neue Oeffnung nothwendig, so würde eine noch größere Gewalt in Thätigkeit gesetzt werden müssen, und zwar im Verhältniß zu der Festigkeit der Lage und dem Gewicht der darauf liegenden Masse. So viel wir wissen, gibt es kein einziges Beispiel im ganzen Bereich der Geschichte, wo eine neue Oeffnung in einem Lande gebildet worden wäre, das früher niemals der Sitz vulkanischer Thätigkeit war. Nicht selten hört man plötzlich wieder von der Thätigkeit solcher Vulkane, die Jahrhunderte lang geschwiegen hatten; auch ist es nicht unwahrscheinlich, daß sich oft an solchen Punkten, wo dieselbe Kraft

früher gehaust hatte, ganz neue Oeffnungen bilden. In beiden Fällen ist das große Hemmniß, welches der vulkanischen Thätigkeit durch darüber gelagertes Gestein geboten war, schon durch frühere Ausbrüche entfernt worden und daher nur eine geringe Vermehrung der Kraft nothwendig, um einen Durchgang durch die geschmolzenen Materialien zu erzwingen.

Gewöhnlich gehen Erdbeben und ähnliche Erscheinungen von der Art, welche diese furchtbare Störung des Gleichgewichts der Erde begleiten, den vulkanischen Ausbrüchen voran. Man hört laute, rasselnde Töne; in der Luft herrscht ein düsteres Schweigen, wie wenn sie die kommende Finsterniß ahnte; das electrische Fluidum entladet sich in breiten Blitzen über dem rauchenden Gipfel des Bergs, und die Natur selbst scheint in Trauerkleider gehüllt. Die Schwingungen des Erdbebens sind in der Nähe der Vulkane am stärksten, wirken oft auf die entlegensten Punkte, stürzen ganze Städte ein, erheben das Meer mehrere Klafter hoch, machen Quellen versiegen, eröffnen anderwärts plötzlich unterirdischen Gewässern einen Abzug und ergießen mit deren Inhalt (z. B. in Südamerika) Schlammströme und eine Anzahl von Fischen (die blinde Fischgattung Silurus oder Pimelodus cyclopum). — Diese Erscheinungen können Stunden und Tage lang dauern, und oft ist die Angst, die sie einflößen, eine vergebliche, indem nach einem kurzen Krampfe die Dinge wieder ihre gewöhnliche Gestalt annehmen. Man darf daher auch nicht glauben, daß auf ein Erdbeben immer ein vulkanischer Ausbruch folgen müsse; denn es gibt Gegenden, die eine so unsichere Grundlage haben, daß die Einwohner immer in der Erwartung leben müssen, von dem Boden, den sie bewohnen, verschlungen zu werden, obschon in der Wirklichkeit im Umkreis von 40 Meilen kein Vulkan existirt. Capitän Bagnold erzählt, daß er in den 12 Monaten, die er sich in Coquimbo an der Küste von Chili aufhielt, nicht weniger als 61 Erdstöße gezählt habe, die geringeren Zuckungen ungerechnet, denen die Oberfläche noch viel häufiger unterworfen war.

Von den Erscheinungen, welche die vulkanische Thätigkeit zur Folge hat.

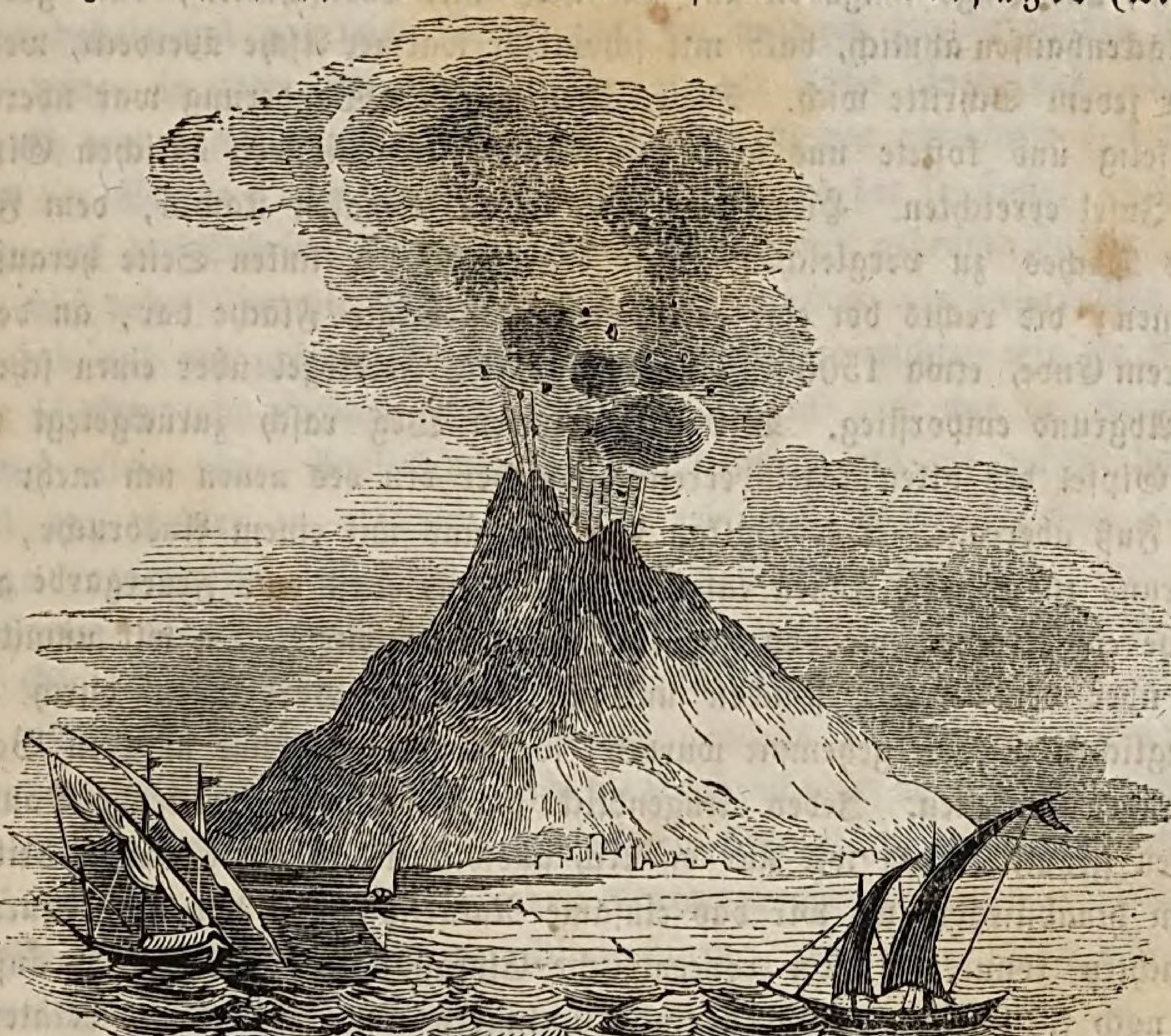
Perioden und Stärke der vulkanischen Ausbrüche sind sich beinahe nie gleich. Wir haben daher kein Hülfsmittel, um die verschiedenen Gebirge zum Zwecke einer genaueren Vergleichung ihrer Wirkungen in Klassen einzutheilen. Ein Berg kann sich in einem Zustand des heftigsten Fieberausbruchs befinden, und nachher Jahre lang nur einzelne Stöße von geringer Stärke erleiden oder alsbald in einen langen schlummerähnlichen Zustand versinken. Diese Wechsel zeigen sich fast an allen vulkanischen Bergen, wir können sie daher auch nicht immer nach Maaßgabe des Charakters ihrer Thätigkeit eintheilen, obschon wir in Betracht der

Erscheinungen, die sie hervorbringen, eine allgemeine, auf die Perioden und die Stärke des Ausbruchs gegründete Eintheilung machen können, die uns beim Studium der Erscheinungen ziemlich gut leitet. Es gibt in der That drei Klassen vulkanischer Thätigkeit: die der beständigen Ausbrüche, die der gemäßigten Thätigkeit, und die des langen Stillstandes.

Beständig thätige Vulkane.

Unseres Wissens gibt es nur drei Vulkane, die sich in einem Zustand beständiger Thätigkeit befinden: den auf Stromboli, einer der liparischen Inseln; die Teufelsmündung im Nicaragua-See, und den auf der Insel Bourbon.

Die Insel Stromboli, deren Vulkan schon seit mehr als 200 Jahren beständig thätig ist, und daher das beste Beispiel für diese Klasse von Feuerbergen liefert, ist, wie der neuere Reisende Quatrefages (welcher



Stromboli.

sie 1846 besuchte) sagt, eigentlich nichts als ein vulkanischer Kegel von etwa drei Lieues im Umfang, der sich über 2000 Fuß hoch aus dem Meeresspiegel erhebt, und sich allmählig aus dem ausgeworfenen vulkanischen Gestein seines Feuerberges gebildet hat. Nur an der Südseite bildet die aus alter Asche bestehende Böschung eine sanfter geneigte Ebene, auf

welcher etwa 30 aus Lava erbaute Häuser stehen. Die animalische Leben scheint diesen Boden zu fliehen, und auch das vegetabilische ist ziemlich dürftig, so daß seine Bewohner hauptsächlich nur vom Korallenfang leben. — „Ein kurzer Ausflug," sagt Quatrefages, — „zeigte uns bald, daß wir uns für unsere Studien auch von einem längeren Aufenthalt auf Stromboli nichts versprechen konnten; doch wollten wir die Insel nicht verlassen, ohne ihren Vulkan besucht zu haben. Wir verschafften uns Führer und begannen, Jeder mit einem tüchtigen Stocke, das Aufsteigen. Ein bereits sehr steiler Pfad führte uns nach einem Marsch von Dreiviertelstunden über die Zone der Weinstöcke hinaus. Von hier an wurde der Marsch immer schwieriger: der Boden ward abschüssiger, beweglich und mit großen Disteln bewachsen, welche unsre Kleidung zerfetzten. Als wir auch über dieses stachlichte Verhau hinaus waren, verschwand jede Spur von Vegetation, und rings umgaben uns nur noch alte Lavaschütten, bald großen Schlackenhaufen ähnlich, bald mit schwarzer warmer Asche überdeckt, welche unter jedem Schritte wich. Dieser Theil unserer Wanderung war überaus mühselig und kostete uns über eine Stunde, bis wir den östlichen Gipfel der Insel erreichten. Hier fanden wir einen schmalen Kamm, dem First eines Daches zu vergleichen. Wir waren an der linken Seite heraufgekommen; die rechts bot eine gleichförmige geneigte Fläche dar, an deren unterem Ende, etwa 1500 Fuß unter uns, ein Felskegel über einen schroffen Abgrund emporstieg. Wir hatten diesen Weg rasch zurückgelegt und den Gipfel des alten Kegels erreicht, welcher den des neuen um mehr als 600 Fuß überragt. Der Vulkan begrüßte uns mit einem Ausbruche, der Abgrund zu unseren Füßen entzündete sich und stieß eine Feuergarbe aus, welche ein Krachen wie von grobem Geschütz begleitete. Da wir unmittelbar über dem Krater standen und an weiterem Vordringen durch den beweglichen Boden gehemmt wurden, so konnten wir keine näheren Beobachtungen anstellen. Jeden Augenblick waren wir in erstickende Dampfwolken gehüllt, denen wir nur dadurch auswichen, daß wir einen Seitenkamm hinabstiegen, wo wir das einsame Naturschauspiel vor uns bequemer betrachten konnten. Drei concentrische Einfassungen, deren beide äußere nur noch theilweise vorhanden sind, umlagern den Schlund des Kraters; hinter uns dehnten sich steile Abhänge bis zu den angebauten Strecken hin, welche von oben herab einer Ebene ähnlich sahen. Der gegenwärtige Krater hat sechs verschiedene und getrennte Oeffnungen; zwei derselben stoßen Dämpfe von Salz- und Schwefelsäure aus; aus einem dritten rechts dringt dicker weißlicher Qualm, in welchem rothglühende Steine wie Funken sprühen, unaufhörlich auf- und niederwogen und einen Lärm verursachen, daß man in der Esse des Teufels zu seyn wähnt. Links liegen

die drei Mündungen, welche die steten periodischen Ausbrüche veranlassen; zwei davon kommen offenbar aus einem gemeinschaftlichen Herd, denn sie explodiren und erlöschen zu gleicher Zeit. Dem Beschauer zunächst liegt die dritte, am seltensten wirksame Mündung, die übrigens den schauerlichsten, lautesten Donner und die höchste Feuer- und Aschengarbe ausspeit. — Wir waren bei vollem Tageslichte angelangt, und hatten mit Muße die ganze fremdartige Umgebung betrachten können, deren düsteres, gleichförmiges Schwarz nur hie und da durch glühende Schlackenmassen unterbrochen war; aber die Sonne ging nun unter, und in demselben Verhältniß, wie das Licht von Oben erlosch, schien sich der Krater zu beleben. Die beiden kleineren Mündungen wiederholten ihren Auswurf alle sieben bis acht, die größere den ihrigen alle 10 — 12 Minuten. So ging es fort. Endlich mahnten uns die Führer an die Rückkehr, und wir mußten aufbrechen. Da der erste Theil des Abhangs nur aus vulkanischem Sand und feiner Asche besteht und gar keine Steine hat, so sprangen wir in Sätzen hinab und hatten in zehn Minuten die Region der Asche hinter uns. Dieser Marsch war höchst abenteuerlich; der schwarze Boden absorbirte das matte Licht der Sterne, und machte die Nacht um uns her so finster, daß ich kaum auf drei Schritte die weiße Jacke des vor mir gehenden Führers sah. Als wir daher über die Asche hinaus waren, mußten wir unsern Weg fast tappend und mit größter Vorsicht suchen. Endlich erreichten wir die Küste, und schifften uns sogleich ein, um den Vulkan noch aus der Ferne zu sehen; allein dieser Anblick war nicht so lohnend, als wir gehofft hatten, weil der Krater zu entfernt ist. Wir erblickten freilich die vom Feuerberge ausgestoßene Glutgarbe, allein der Anblick war nicht mehr so großartig, wie der feurig aufwirbelnde Rauch droben und der dreifach von der Glut des Kraters erhellte Ring der Mündung."

Nach den Aussagen der Eingebornen, die uns Dolomieu, Hamilton und Scrope mittheilen, sind die Ausbrüche im Winter weit heftiger als im Sommer, und die atmosphärischen Veränderungen lassen sich gewöhnlich aus den Erscheinungen des Kraters vorherbestimmen. Bisweilen berstet der Kegel während der Winterstürme, und es entladen sich dann gewaltige Lavaströme.

Auf der Insel Volcano, einer der liparischen Inseln, ist ein Krater, der in früheren Zeiten thätig gewesen seyn muß und noch jetzt gasige Dünste ausstößt, welche die Fortdauer der vulkanischen Ursache beweisen. „Die jetzige Thätigkeit dieses Vulkans," sagt Dr. Daubeny, „ist beinahe von der Art, daß ein Hinabsteigen in den Krater ausführbar wäre.

„Ich kann mir kein erhabeneres Schauspiel, als das, welches sein Inneres darbietet, noch einen Fleck der Erde denken, der geeigneter gewesen



Die Insel Volcano.

wäre, ein abergläubisches Jahrhundert auf die Idee zu bringen, daß diese Insel dem Vulkan geweiht sey und die verschiedenen Höhlen unter dem Berge die Wohnungen der Götter bildeten."

Vulkane von gemäßigter Thätigkeit.

Vulkane befinden sich in der Phase einer gemäßigten Thätigkeit, wenn sie einen Zustand längerer, aber unbedeutender Erregung zeigen. In diese Klasse können wir den Vulkan von Popocatepetl in Meriko reihen, den die Entdecker des Landes bereits in diesem Zustande fanden. Denselben Charakter trug auch der Vesuv vom Beginn des gegenwärtigen Jahrhunderts bis zum Jahr 1822.

Maria Gemmellario hat in einem zu Catanea erscheinenden meteorologischen Journale eine sehr interessante Uebersicht über die allmähligen Veränderungen des Berges Aetna, wie sie innerhalb einer Periode geschahen, wo sich derselbe in der Phase gemäßigter Thätigkeit befand, veröffentlicht. Es läßt sich keine Beschreibung denken, die einen genaueren Begriff von den immer wechselnden Phänomenen geben könnte.

Am 9. Februar 1804 hatte man dort ein fühlbares Erdbeben. Der Aetna rauchte 27 Tage lang, es erfolgte aber weder ein Ausbruch, noch hörte man irgend einen Donner.

Am 3. Juli 1805 war wieder ein Erdbeben. Der Aetna rauchte 47 Tage und warf 28 Tage lang Flammen aus. Im Juni war ein Ausbruch, aber ohne Donner.

Wieder spürte man Erdbeben am 27. Mai und am 10. Oktober 1806. Der Berg rauchte 47 Tage, flammte 7 Tage und warf 28 Tage lang aus; der Donner war gering.

Am 24. Februar und am 25. November 1807 waren Erdbeben. Der Aetna rauchte 59 Tage, ohne bedeutenden Donner.

Im August, September und December 1808 kamen häufig Erdbeben vor. Der Aetna rauchte 12 Tage, brannte 102 Tage und warf öfters aus. Gewitter waren zahlreich.

Vom Januar bis zum Mai und im September und December 1809 zählte man 37 Erdbeben. Die heftigste Erschütterung geschah am 27. März, wo der Berg an der westlichen Seite Lava auswarf. Dieser Ausbruch dauerte 13 Tage, und ein Theil von dem Bosco di Castiglione wurde beschädigt. Der Berg rauchte 152 Tage, flammte 3 Tage und schleuderte 11 Tage Steine aus. Der Donner war gering.

Am 16. und 17. Februar 1810 hatte man vier Erdbeben. Am 27. Oktober erfolgte ein Ausbruch an der östlichen Seite des Berges, und die Lava floß in das Valle del Bue. Man zählte etwa 20 Gewitter.

Im Jahr 1811 war kein Erdbeben, aber der Berg fuhr bis zum 24. April fort, Lava von der östlichen Seite auszuwerfen. Um diese Zeit bildete sich der Berg St. Simon. Man hörte keinen Donner.

Am 3. und 13. März 1813 waren wieder Erdbeben, der Berg rauchte 28 Tage. Am 30. Juni und am 5. August rauchte der St. Simon; man zählte 21 Gewitter.

Am 3. November 1814 erfolgte ein Erdbeben, dem ein Sandauswurf von dem Theile des Berges, der Zoccolaro genannt wird, voranging. Es hatten 12 Gewitter stattgehabt.

Am 6. September 1815 war ein Erdbeben, der Berg rauchte 42 Tage, und es hatten 11 Gewitter stattgefunden. Am 6., 7. und 11. Januar sah man ein furchtbares Blitzen.

Im Jahr 1816 gab es keine Erdbeben. Am 13. August stürzte ein Theil der innern Seite des Kraters ein. Gewitter gab es 10.

Am 18. Oktober 1817 war ein Erdbeben. Der Berg rauchte 22 Tage. Man zählte 8 Gewitter.

Im Jahr 1818 geschahen 25 Erdbeben. Das heftigste war am 20. Febr., in der Nähe von Catanea. Der Berg rauchte 24 Tage. Gewitter gab es keines.

Die Phase der gemäßigten Thätigkeit kommt selten vor, die angeführten Beispiele werden daher hinreichend seyn, um den Leser mit ihrem allgemeinen Charakter bekannt zu machen. Die Wirkungen der vulkanischen Ursachen sind auch bei dem hier beschriebenen gemäßigten Charakter hinreichend, um Jeden in Furcht und Erstaunen zu setzen, der an solche Erscheinungen nicht gewöhnt ist. Wer aber einen gewaltsamen Ausbruch nach langer Dauer gesehen hat, der wird diese beziehungsweise geringen Anstrengungen keiner großen Aufmerksamkeit würdigen.

Die Phase des Ausbruchs.

Die Phase des plötzlichen (paroxysmischen) Ausbruchs, oder wie sie gewöhnlich genannt wird, des langen Stillstandes, charakterisirt sich durch längere Ruhepausen, denen heftige aber vorübergehende Ausbrüche folgen. Humboldt sagt, hohe Vulkane befänden sich immer in diesem Zustande. Die vulkanischen Berge der Anden haben im Allgemeinen nicht mehr als Einen Ausbruch in einem Jahrhundert, und der Pik von Teneriffa, der im Jahr 1798 zum Ausbruche kam, war damals seit 92 Jahren in Ruhe gewesen. Man darf jedoch nicht glauben, daß dieser vulkanische Zustand sich auf hohe Krater beschränke, denn die Geschichte anderer Berge liefert reichliche Beweise von dem Gegentheile.

Die Erscheinungen, welche einen Ausbruch begleiten, sind fast in allen Fällen die nämlichen. Ihre Stärke ist verschieden, demzufolge auch die Heftigkeit ihrer Wirkungen. In einigen Fällen beschränken sich die Erscheinungen und ihre Wirkungen auf die unmittelbare Umgegend des erregten Berges, während in andern Fällen und zwar gewöhnlich, wenn sich der Berg in der Phase eines plötzlichen Ausbruchs befindet, die Wirkungen im Umkreis von vielen Meilen um den thätigen Kegel empfunden werden. Die Explosionen von Cotopari wurden in einer Entfernung von 600 Meilen gehört. Die Thätigkeit eines Vulkans beginnt im Allgemeinen mit einer starken Verpuffung, welcher andere weniger laute folgen, und der Entweichung luftartiger Fluiden. Durch diese Entladungen werden gewöhnlich große Fragmente von Felsen und Lavamassen herausgeworfen; einige derselben fallen in den Krater zurück und werden von Neuem ausgeworfen, bis sie in Staub verwandelt sind und sich mit der umgebenden Atmosphäre von heißem Dampfe vermischen. Die Ansammlung dieser Theilchen erzeugt die Erscheinung dichter Rauchwolken, die fast immer den Gipfel des Kraters umgeben.

Die Lava steigt dann nach der Oeffnung des Berges empor und sucht sich einen Ausweg aus dem Krater oder aus einer Seitenspalte. Bisweilen werden auch nur Schlacken ausgeworfen. Den Tag über ist die Lava gewöhnlich durch die Wasserdünste, die davon aufsteigen, verborgen, bei Nacht aber erscheint sie in glühender Röthe. So lang die Lava fortfließt, sind die Explosionen gewöhnlich weniger häufig. Doch kann erst ein völliges Aufhören der Ausbrüche als ein Zeugniß von der Abnahme des Paroxysmus gelten, und sogar dann wird der Friede nicht sogleich wieder hergestellt, sondern es werden noch einige Zeit nach der schrecklichen Krise Schlacken und Steinmassen ausgeworfen.

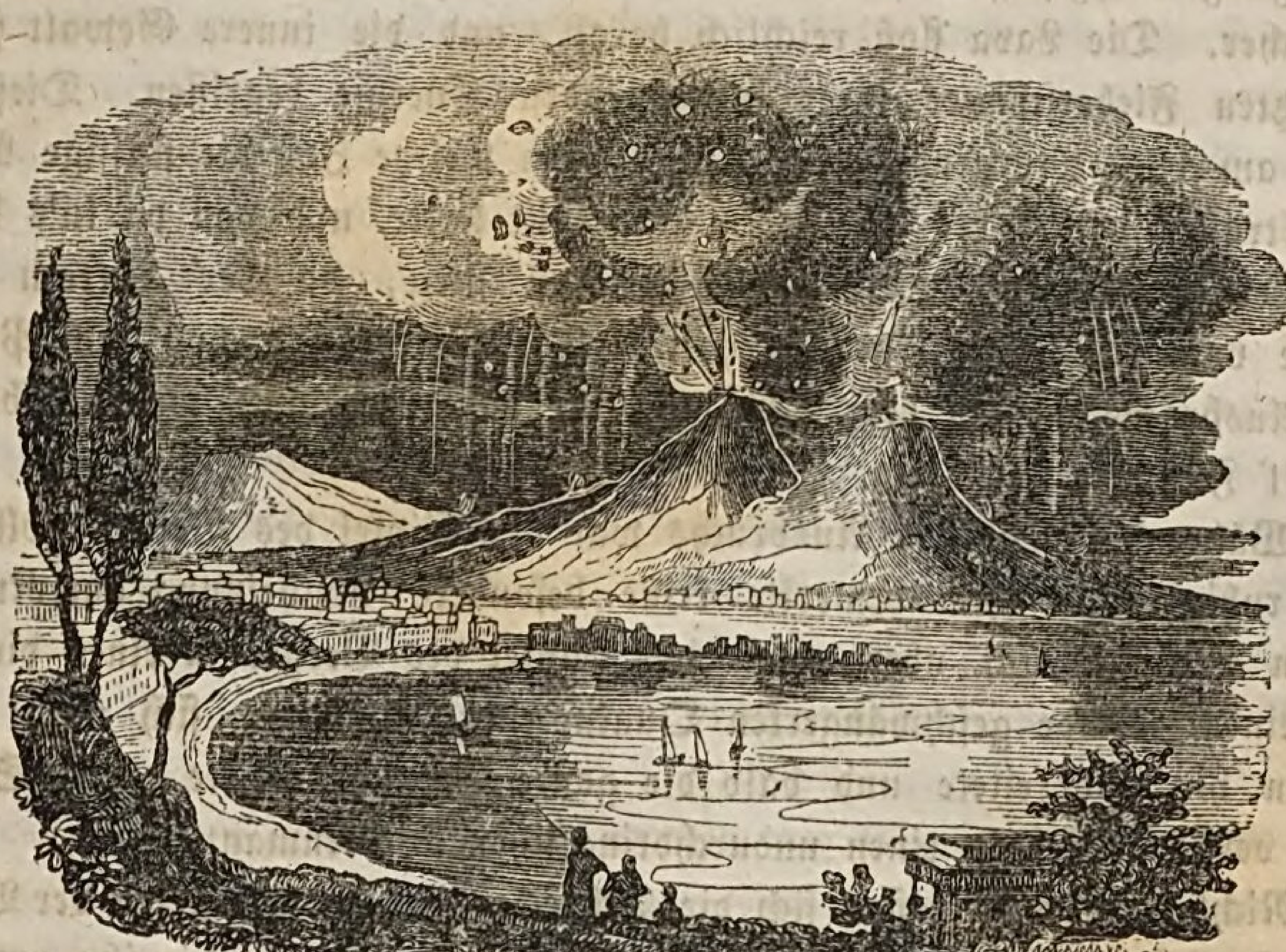
Wenn die Verpuffungen abnehmen, vernimmt man ein rasselndes Geräusch, wie vom Zurücktritt mächtiger Wasser. Der Berg scheint all-

mählig matter zu werden oder in einen Zustand theilweiser Ruhe zu versinken, die nur noch hie und da durch Explosionen und Auswürfe von Schlacken gestört wird. Gegen das Ende eines Ausbruchs, d. h. nachdem die Lava zu fließen aufgehört hat, wird die Umgegend häufig in finstere Wolken von schwarz gefärbtem Sande oder weißem, gepulvertem Bimsstein gehüllt.

Sehr hohe Berge werfen die Lava selten aus ihrem Gipfel, sondern aus Seitenöffnungen, da es einer weit geringeren Gewalt bedarf, an der Seite eines Berges eine Mündung zu eröffnen, als die ganze Masse des Gipfels zu erheben. Bei dem letzten Ausbruch in Teneriffa bildete sich eine Seitenöffnung; nach der Berechnung Daubuisson's würde es aber einer Gewalt wie des Druckes von 1000 Atmosphären bedurft haben, um eine Masse Lava bis zu dem hohen Krater des Berges zu erheben.

Wir wollen nun einige Beispiele von der in der Phase jeweiliger Ausbrüche stehenden vulkanischen Thätigkeit geben. Die Schwierigkeit liegt hier nicht sowohl darin, daß ein charakteristischer Typus schwer zu finden wäre, als vielmehr in der Auswahl unter den vielen interessanten Details, welche wir in den Annalen der wissenschaftlichen Beobachtung finden.

Der Vesuv befand sich im Jahr 1794 in dieser Phase. Der erste Vorbote von der Annäherung des furchtbaren Ausbruchs, der sich damals ereignete, zeigte sich in der Nacht vom 12. Juni in Neapel und der ganzen



Ansicht des Vesuvs.

Umgegend in der Gestalt eines heftigen Erdstoßes. Bis zum Abend des 15. fiel nichts mehr vor, was die Befürchtungen der Einwohner hätte er-

wecken können. An diesem Abend aber verspürte man einen zweiten heftigen Stoß. Kurz darauf bildete sich an der westlichen Basis des Bergs eine Oeffnung, die, wie sich aus einer Prüfung ergab, 2375 Fuß lang und 237 Fuß breit war, und aus welcher ein Lavastrom ausgestoßen wurde. Einige Zeit nach dem Beginne der vulkanischen Thätigkeit bildeten sich vier abgesonderte Lavahügel. Aus jedem derselben wurden Steine und andere feurige Substanzen in so rascher Folge ausgeworfen, daß es war, als ob jeder eine einzige große Feuerflamme ausblase. Während dessen floß die Lava sehr reichlich herab, und nahm ihren Lauf gegen Portici und Resina. Die Einwohner von Torre del Greco hatten sich bereits aus Freude darüber, daß sie der zerstörenden Fluth entgehen sollten, versammelt, um dem Himmel für ihre Befreiung zu danken und für ihre unglücklichen Nachbarn zu bitten, als sie die traurige Nachricht erhielten, daß die Lava ihre Richtung geändert habe und sich ihrer Stadt nähere. Indem jene nämlich über einen Abhang herabfloß, theilte sie sich in drei Ströme, wovon der eine seinen Lauf gegen St. Maria del Pagliano, der zweite gegen Resina und der dritte gegen Torre nahm.

Indessen war der Berg in gewaltiger Gährung begriffen, und man vernahm dumpfe Töne, die in Verbindung mit den gewaltsamen Lava-Auswürfen den Berg bis in seine Grundfesten erschütterten. Als die zuckende Bewegung nachgelassen hatte, kamen die Schläge weniger häufig, aber deutlicher. Die Lava floß reichlich herab, und die innere Gewalt schien im letzten Fieberschauer ihrer schwindenden Energie begriffen. Dieß geschah am 16., Morgens gegen 4 Uhr, um welche Zeit die flüssige Masse die Straßen von Torre del Greco aufgefüllt hatte, und von da in's Meer floß, dessen Niveau sofort um 362 Fuß stieg, da der Strom eine Breite von 1127 Fuß gehabt hatte. Die Entfernung von dem Punkte des Ausbruchs bis zu dem Ort, wo ihr Lauf gehemmt wurde, betrug 12,961 Fuß.

Während des ganzen Ausbruchs war der Gipfel des Vesuvs vollkommen ruhig, und man bemerkte keine besondere Erscheinung am Krater. Gegen Tagesanbruch aber wurde der Gipfel des Berges in einen dichten, mit feinem Sande geschwängerten Qualm eingehüllt, der sich nach allen Seiten hin ausbreitete und bald die ganze Gegend bedeckte. Die Sonne selbst versteckte sich in einen undurchdringlichen Wolkenmantel.

Nicht beschreiben lassen sich die Schrecken der Nacht, in der der Vesuv seine furchtbare Wuth über die schöne Landschaft ausgoß, die ihn umgibt. Die Feuerausbrüche, das unbeschreibliche Stöhnen des Berges, die todähnliche Stille der Atmosphäre und das Geschrei der Tausenden, die aus ihrer Heimath vertrieben und aller Lebensfreuden beraubt wurden, müssen

eine solche Kette von Schrecknissen dargeboten haben, daß die Einbildungskraft kein Gemälde davon zu entwerfen wagt.

Aber nicht an der westlichen Seite allein wurde Lava ausgeworfen, auch an der östlichen befand sich ein thätiger Krater, und der Strom, der demselben entfloß, füllte das Thal von Torienta, welches 65 Fuß breit, 120 Fuß tief und 1627 Fuß lang war. Von diesem Thal aus schlug er den Weg nach der Ebene von Forte ein, wo er sich, wie der westliche Strom, in drei Arme theilte, die gegen Bosco, Mauro und die Ebene von Mulara floßen. Dieser Strom war nicht halb so breit, wie der, welcher von der westlichen Seite kam.

Als die Lava zu fließen aufhörte, bedeckte sich der obere Theil des Kegels mit einer dichten Wolke gepulverten Bimssteines, die ihn die vier folgenden Tage über einhüllte, während welcher Zeit auch die Wände des Kraters einstürzten. Die umliegende Gegend war in einem Umkreis von 10 bis 12 Meilen in ein Mitternachtsdunkel gehüllt, und häufige Donnerschläge verbreiteten Schrecken umher. Die mittlere Tiefe des Sandes, der während dieser Periode in einem Umkreis von drei Meilen um den Vesuv fiel, soll 14½ Zoll betragen haben.

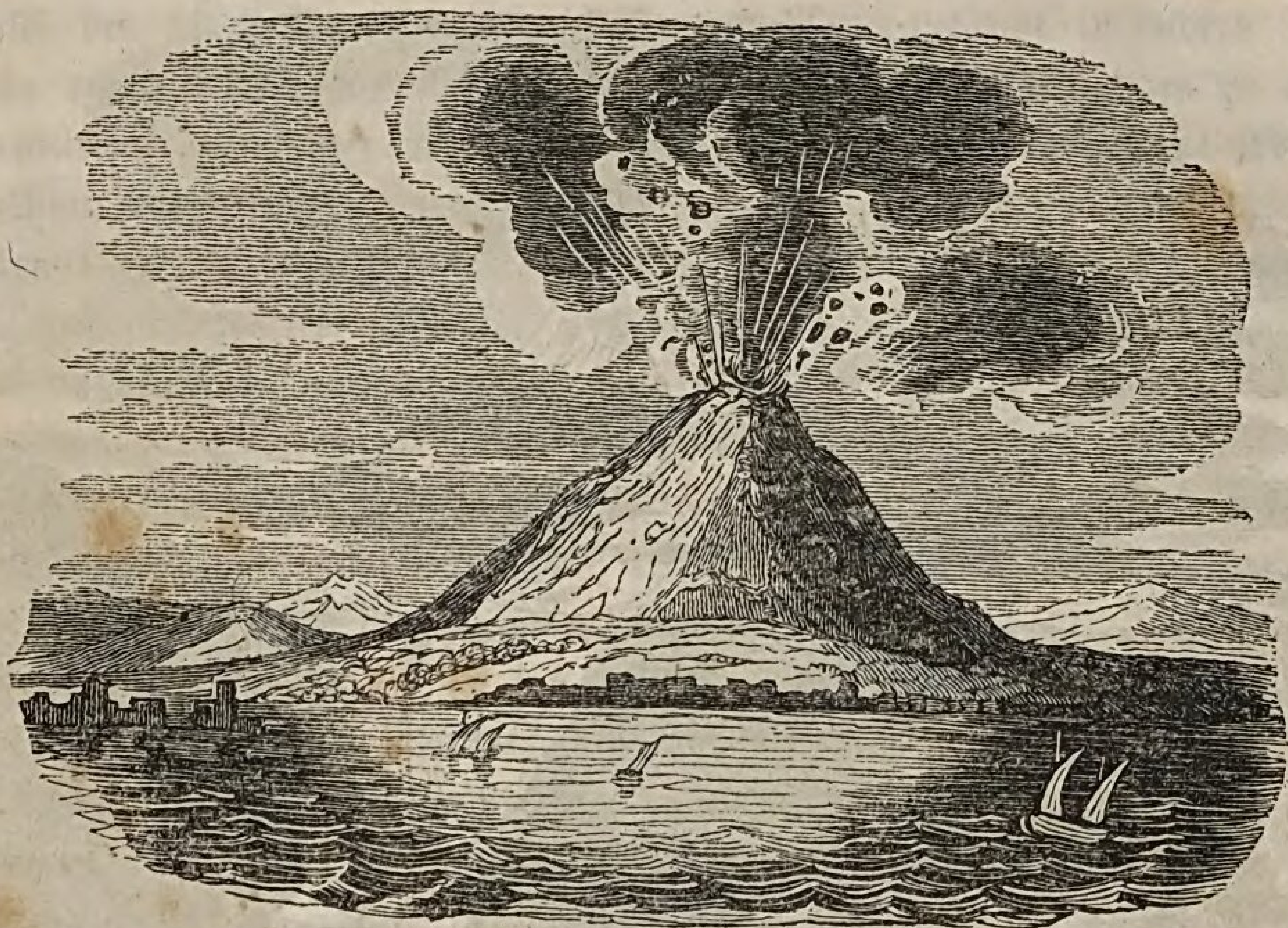
Obschon dieser Ausbruch aber von Erscheinungen begleitet war, die einen höchst furchtbaren Charakter trugen, so lassen sich seine Wirkungen doch keineswegs mit denjenigen vergleichen, welche der Ausbruch des Tomboro auf der ostindischen Insel Sumbawa im Jahr 1815 nach sich zog. Die Convulsionen des Tomboro begannen am 5. April mit einem lauten, rasselnden Getöse, das bis zum 17. dieses Monats andauerte, wo dann drei Flammensäulen in der Nähe des Gipfels herausbrachen. Bald darauf fing die Lava zu fließen an, der Berg sah aus, wie ein fester Feuerkörper. Um 8 Uhr aber, eine Stunde nach dem Auswurf der Lava, ward er von einer dicken Sandwolke verdunkelt. Zwischen 9 und 10 Uhr fiel ein Aschenregen und es erhob sich ein Wirbelwind, der fast sämmtliche Häuser im Dorfe Sangar niederwarf, und die leichteren Theile mit furchtbarer Gewalt fortriß, Bäume entwurzelte und Menschen und Vieh in seiner Wuth vom Boden wegfegte. Gegen Mitternacht begannen die Explosionen, und fuhren ohne Zwischenpause mit verstärkter Heftigkeit bis zum Abend des 11. fort. Dann nahmen sie ab, hörten aber erst am 25. Juli ganz auf. Von allen Ortschaften um den Tomboro her entging nur eine Einzige, Tempo, der Zerstörung, und von 12,000 Einwohnern retteten sich nur 26. Die Wirkungen dieses Ausbruchs beschränkten sich jedoch nicht auf die unmittelbare Nachbarschaft des Berges. In einer Entfernung von 40 englischen Meilen war der Aschenregen noch so stark, daß die Häuser bedeutend beschädigt und manche gänzlich unbewohnbar gemacht wurden. In Java,

das doch 300 Meilen entfernt ist, wurden die Explosionen so deutlich vernommen und waren so sehr Artillerie-Salven ähnlich, daß ein Detaschement Soldaten von Dschoctschocarta abmarschirte, in der Meinung, ein benachbarter Militärposten werde angegriffen. An der Küste aber hielt man diesen Donner für Nothschüsse eines Schiffes und sandte an mehreren Orten Rettungsboote ab.

Am 6. war selbst in dieser großen Entfernung die Sonne verdunkelt, und es erschienen alle Anzeichen eines Erdbebens. Am 10. war das Geräusch stärker, und die Erde erlitt in Sumanap und Banynwangi heftige Erschütterungen. Am 12. April waren Gresie und andere weiter östlich gelegene Orte fast den ganzen Tag über in ein undurchdringliches Dunkel gehüllt, nachdem aber die Aschenwolken vorübergegangen waren und sich entladen hatten, kehrte das Licht zurück. Aber erst am 17., wo ein Regen fiel, wurde die Atmosphäre ganz von den heißen Dampf- und Sandwolken befreit. In Banynwangi lag die Asche 9 Zoll tief. Die Explosionen des Tomboro hörte man sogar in Sumatra, in einer Entfernung von 970 engl. Meilen, und überhaupt auf allen Molukken. Die Wirkungen derselben im Norden und Westen der Halbinsel waren aber so furchtbar, daß kaum noch eine Spur von vegetabilischem Leben übrig blieb.

Der Aetna mag uns ein zweites Beispiel der vulkanischen Thätigkeit in der Phase ihrer jeweiligen Ausbrüche geben. Dieser Berg besteht ganz aus vulkanischem Gestein, und erhebt sich als großartiger Kegel bis zu einer Höhe von 10,000 Fuß über den Meeresspiegel. Er hat etwa 23½ Quadratmeilen Flächenraum, und ist nach allen Seiten hin von scheinbar kleinen vulkanischen Kegeln umgeben, die jedoch keine unbeträchtliche Größe haben. Die früheste historische Mittheilung über diesen Berg gibt uns Thucydides, welcher erzählt, daß derselbe vor dem peloponnesischen Kriege drei Ausbrüche gehabt habe. Eines derselben erwähnt Pindar in seiner ersten pythischen Ode. Im Jahr 396 vor Christi Geburt hatte der Vulkan abermals einen Ausbruch, und nach Diodorus Siculus wurde die carthagische Armee auf ihrem Marsche nach Syrakus durch die fließende Lava gehemmt.

Einer der merkwürdigsten Ausbrüche dieses Berges war der, welcher im Jahr 1699 erfolgte und so heftig war, daß 15 Städte und Dörfer vernichtet wurden. Der Lavastrom war so tief, daß er über die 60 Fuß hohen Mauern von Catanea floß und einen Theil der Stadt zerstörte. Der seltsamste Umstand, der sich an diesen Ausbruch knüpft, war jedoch die Bildung einer Menge weiter Spalten, die mit flüssigem Gestein gefüllt zu seyn schienen. Gleich beim Anfang der vulkanischen Thätigkeit bildete sich eine solche, die 2½ Meilen lang und 6 Fuß breit war und eine helle



Ansicht des Aetna.

Flamme ausstieß, in der Ebene von St. Lio. Bald darauf öffneten sich noch 5 andere. Die Stadt Nicolosi, die acht Meilen vom Gipfel des Aetna entfernt lag, wurde durch das Erdbeben zerstört, und in der Nähe des Ortes, wo sie stand, öffneten sich zwei Schlünde, aus denen eine solche Menge Sand und Schlacken geworfen wurde, daß sich innerhalb drei Monaten ein 450 Fuß hoher Kegel bildete, der Monte Rossi genannt wurde.

Noch ein weiteres Beispiel von den Wirkungen der Vulkane in diesem Zustand liefert der Hekla auf Island, seit langer Zeit wegen der Stärke und Dauer seiner Ausbrüche berühmt. Die Insel, auf der er liegt, wird nicht selten durch heftige Erdbeben von ihrer Mitte aus bis nach den Küsten erschüttert, und oft bilden sich neue Inseln an der Küste, von denen einige eben so schnell, wie sie entstanden sind, wieder unter den Wasserspiegel versinken, andere dagegen so viele Jahre lang bleiben, daß man berechtigt ist, an ihre Fortdauer zu glauben. Während der letzten 800 Jahre hat der Hekla mehr als 20 Ausbrüche gehabt, und ist er einmal in Thätigkeit, so ist seine verheerende Wuth auch von langer Dauer. Island ist gleichsam das Dach einer der Hauptwerkstätten des Pluto und seine Berge sind die Rauchfänge ewig thätiger Schmiedeessen.

Wenn wir ein Jahr bezeichnen sollten, in welchem sich die Heftigkeit der vulkanischen Gewalt in Island bedeutender gezeigt hätte, als in andern, so möchten wir die Aufmerksamkeit des Lesers auf das Jahr 1783 lenken. Im Monat Mai bildete sich unter 63° 25′ nördlicher Breite und 23° 44′ westlicher Länge ein unterseeischer Vulkan, etwa 30 Meilen süd-



Ansicht des Hekla.

westlich von Reykianäs. Aus dem Krater dieser Insel wurde eine solche Menge Bimsstein ausgeworfen, daß der Ocean in einer Entfernung von mehr als 130 Meilen vollständig davon bedeckt war. Allein nach einer kurzen Zeit versank die Insel unter den Meeresspiegel und es blieb nur noch ein Felsenriff, das zwischen 5 und 30 Faden unter dem Wasser lag, als ein Zeugniß von der früheren Existenz der Insel und einer hier stattgefundenen Aeußerung der vulkanischen Kraft. Am 11. Juni warf der Skaptár-Jökul, ein vulkanischer Berg, der die umliegende Gegend schon oft verwüstet hat, einen bedeutenden Lavastrom aus, der in den Fluß Skaptâ floß, diesen auftrocknete, und Felder jenseits desselben überfluthete, obschon das Flußbett an einigen Stellen mehr als 600 Fuß tief und fast 200 Fuß breit war. Ein tiefer See zwischen Skaptardal und Aa wurde von der Lava ausgefüllt und ein ihr nachfolgender Strom stürzte einen furchtbaren Wasserfall, der Stapafoß genannt, hinab und füllte den tiefen Abgrund aus, den der große Wasserfall seit Jahrhunderten ausgefüllt hatte, worauf der Feuerstrom seinen Lauf weiter fortsetzte.

Die Bemerkungen des Professors Lyell über die Wirkungen des Ausbruchs sind so klar und wahr, daß es uns erlaubt seyn möge, sie hier anzuführen. Diese isländischen Laven sollen sich, wie Stephenson erzählt,

ähnlich den alten Strömen, die wir in der Auvergne und in andern Provinzen des mittleren Frankreichs treffen, in engen Felsschlünden zu einer ungeheuren Tiefe angehäuft haben. Als sie dann aber auf weite Ebenen geriethen, breiteten sie sich in große brennende Seen aus, die oft 12 bis 15 Meilen breit und 100 Fuß tief waren. Als der „Feuersee," der den untern Theil des Skaptâthals bedeckte, durch neue Zugüsse vergrößert ward, floß die Lava den Fluß hinauf, bis an den Fuß der Hügel, wo der Skaptâ entspringt. Dieß ist ein Pendant zu dem Fall, der sich in einem fernen Zeitraum in der vulkanischen Region des Vivarais in Frankreich ereignete, wo die Lava aus dem Kegel des Thueyts sich ergoß, und während ein Arm abwärts floß, ein anderer mächtigerer Strom das Flußbett des Ardeche hinauffluthete.

Die Abhänge des Skaptâthals zeigen herrliche Reihen von Basaltsäulen aus älterer Lava, denjenigen ähnlich, welche man in den Thälern der Auvergne wahrnimmt, wenn man vom Mont d'Or herabsteigt, wo neuere Lavaströme, doch in einem weit geringeren Grade als in Island, ebenfalls die vorhandenen Strombette ausgefüllt haben. Der Ausbruch des Skaptár-Jökul hörte erst gegen Ende des zweiten Jahres gänzlich auf, und als Paulson 11 Jahre nachher, im Jahr 1794, die Gegend besuchte, sah er noch Rauchsäulen von Lavastücken aufsteigen, und fand in mehreren Spalten heißes Wasser.

Diese Beschreibungen von den Wirkungen vulkanischer Ausbrüche mögen den Ursprung jener gewaltigen Massen vulkanischen Gesteins erklären, die man über neptunischen Gebirgsarten findet, und uns zugleich in den Stand setzen, die Adern, welche oft horizontale Ablagerungen durchschneiden, auf ihren wahren Ursprung zurückzuführen. Diese Adern haben sich entweder durch Heraufquellen oder durch Hinabdringen des vulkanischen Gesteins gebildet. Im erstern Falle hat das Gestein nothwendig eine Störung erleiden müssen, wovon wir auch überall genügende Beweise haben. Das Eindringen jedoch konnte geschehen, ohne daß die Schichten, welche das vulkanische Gestein durchlief, in ihrer parallelen Lage gestört wurden. Wenn die Lava von unten herauf in eine Spalte getrieben wurde, so wurde diese Spalte, aller Wahrscheinlichkeit nach, entweder durch dieselbe Ursache, welche das flüssige Gestein heraufschleuderte, oder durch eine an Stärke und Charakter ähnliche gebildet. Wurde aber die Oeffnung von oben her gefüllt, so konnte sie auch durch das Wasser hervorgebracht worden seyn.

Vulkanische Inseln.

Die oben angeführten Mittheilungen genügen, um die Thätigkeit der vulkanischen Kraft darzuthun, in so weit wir ihre Wirkungen auf Inseln

und Festlanden kennen. Wir haben aber auch von unterseeischen Vulkanen gesprochen, und um die mannigfaltigen, durch zwei Klassen aktiver Kegel hervorgebrachten Wirkungen zu vergleichen, müssen wir einige Beispiele von unterseeischen Ausbrüchen anführen.

Man hat nur wenige authentische Berichte über die Thätigkeit unterseeischer Vulkane. Wenn man bedenkt, daß bei weitem der größere Theil der Erdoberfläche mit Wasser bedeckt ist, so möchte dieß Faktum auf eine weit geringere Thätigkeit des vulkanischen Agens unter dem Wasser schließen lassen. Allein die eigentliche Ursache hievon ist eben die Erhebung der vulkanischen Kegel über das Wasser. Ein Ausbruch von irgend bedeutender Heftigkeit muß nothwendig eine Erhebung zur Folge haben, die in die Klasse der überirdischen Vulkane zu stehen kommen wird, und deßhalb liegen auch so viele thätige Vulkane auf Inseln.

Es ist sehr schwierig, detaillirte Nachrichten über solche Erscheinungen zu erhalten, welche aus der Thätigkeit unterseeischer Vulkane entspringen. Daß ihre Ausbrüche eben so zahlreich sind, als die der Krater an der Oberfläche, läßt sich nicht bezweifeln, allein die Wahrscheinlichkeit irgend einer derartigen Beobachtung überhaupt ist noch geringer. Es ist merkwürdig, daß wir kaum Ein Beispiel eines unterseeischen Ausbruchs kennen, wobei keine Insel hervorgebracht worden wäre; und doch läßt es sich denken, daß deren viele stattfinden, die nur nicht die gehörige Kraft haben, um so bedeutende Mineralmassen über den Meeresspiegel zu erheben. Dieser Umstand läßt sich auf doppelte Weise erklären: die vulkanische Oeffnung kann von einer so großen Wassertiefe bedeckt seyn, daß durch den Ausbruch keine Wirkung auf die Oberfläche des Wassers hervorgebracht wird, oder die in Thätigkeit gebrachte Kraft vermag zwar mancherlei Erscheinungen an der Oberfläche des Wassers hervorzubringen, allein es ist gerade kein Beobachter da, der sie aufzeichnen könnte. Es ist uns daher in diesem Falle eben so wenig als in dem erstern möglich, eine Nachricht über die zum Vorschein gekommenen Phänomene zu erhalten. Unter die merkwürdigsten unterseeischen Ausbrüche, die wir kennen, gehören diejenigen, welche das Asow'sche Meer, die Azoren, und die Insel Santorin im griechischen Archipel erlebten. Wir wollen ein Paar Beispiele anführen, um die gewöhnliche Klasse der Erscheinungen daran zu erläutern.

Die Insel Santorin im griechischen Archipel hieß früher Hiera, welcher Name jetzt einer andern Insel beigelegt wird. Plinius sagt von dieser Insel, sie seye, laut einer alten Sage, aus dem Meere aufgestiegen, und vermuthet, daß dieß etwa ums Jahr 237 vor Christi Geburt geschehen sey.

Aller Wahrscheinlichkeit nach wurden zu verschiedenen Zeiten mehrere Inseln durch die Thätigkeit derselben vulkanischen Kraft gebildet.

Hiera entstieg dem Meer im Jahr 197 vor Christi Geburt.

Thia 40 Jahr nach Christi Geburt.

Thia und Hiera vereinigten sich 726 Jahr nach Christi Geburt.

Die kleine Insel Kamenä bildete sich 1573 Jahr nach Christi Geburt.

Am 22. Mai 1707 war die vulkanische Kraft wiederum thätig, und die genannten Inseln wurden durch ein Erdbeben heftig erschüttert.

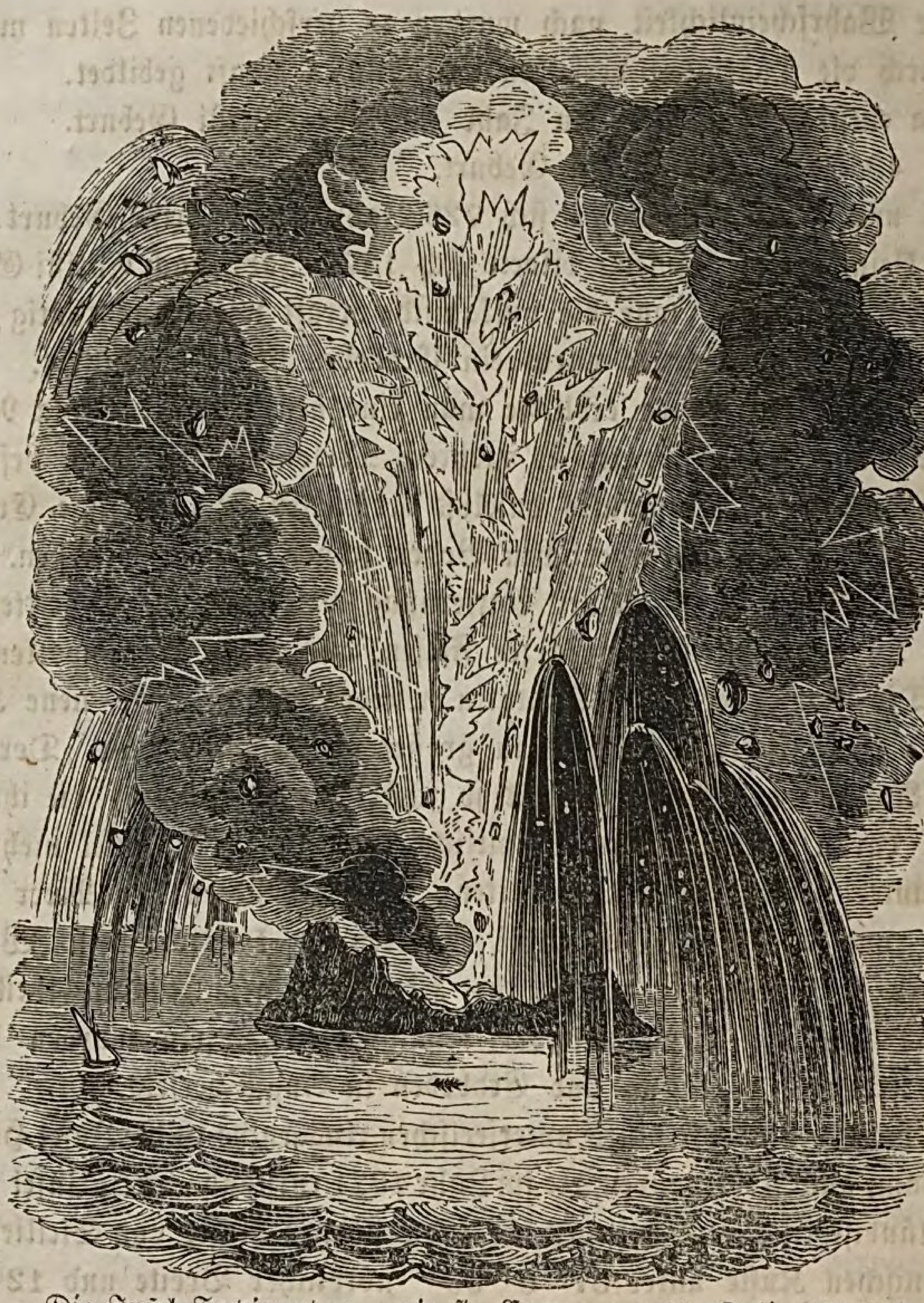
Am folgenden Morgen erblickte man eine neue Insel, Isola Nuova, und einige Tage später wagten es mehrere Personen, dieselbe zu besuchen. Allein während ihres Aufenthalts daselbst verspürten sie so heftige Erschütterungen, daß sie den verrätherischen Boden schnell wieder verließen.

Im Juli erhob sich in einer Entfernung von etwa 60 Schritten von der neuen Insel eine Reihe schwarzer Felsen, aus denen Rauchwolken aufstiegen. Die Bewohner von Santorin wurden durch diese neue Kundgebung der vulkanischen Thätigkeit in großen Schrecken versetzt. Der ausgestoßene Rauch war der Gesundheit so schädlich, daß Viele, die ihn einathmeten, daran starben, und sämmtliche Bewohner der Insel mehr oder weniger unter seinen Wirkungen litten. Am 31. schien das Meer kochen zu wollen und drehte sich an zwei Punkten in kreisförmigen Wirbeln. Zehn Jahre verharrte die vulkanische Kraft in einem Zustand theilweiser Erregtheit, und die Bewohner der benachbarten Inseln wurden häufig durch unterirdisches Geräusch und Erdbeben in Angst versetzt.

Das neueste Produkt eines unterseeischen Ausbruchs ist die Insel Hotham oder Graham, auch Ferdinandea, die im Jahr 1831 entstand. Diese Insel wurde im mittelländischen Meere zwischen der südwestlichen Küste von Sicilien und der afrikanischen Küste unter 37° 8′ 30″ nördlicher Breite und 12° 42′ 15″ östlicher Länge aus dem Meere emporgehoben. Der Ausbruch scheint zuerst von Johann Corrao, dem Capitän eines sicilianischen Schiffes, beobachtet worden zu seyn. Als dieser nämlich am 10. Juli in der Nähe des Orts vorüber kam, sah er, wie eine ungeheure Wassersäule in einer Höhe von 60 Fuß und von einem Umfang von etwa 800 Ruthen aus dem Meer gestoßen wurde.

Am 18. Juli kam Corrao wieder an demselben Ort vorbei und fand nun, daß sich hier eine kleine Insel gebildet hatte, die 12 Fuß hoch war und einen Krater in der Mitte zeigte, aus welchem ungeheure Dampfsäulen und Massen vulkanischer Materie ausgeworfen wurden.

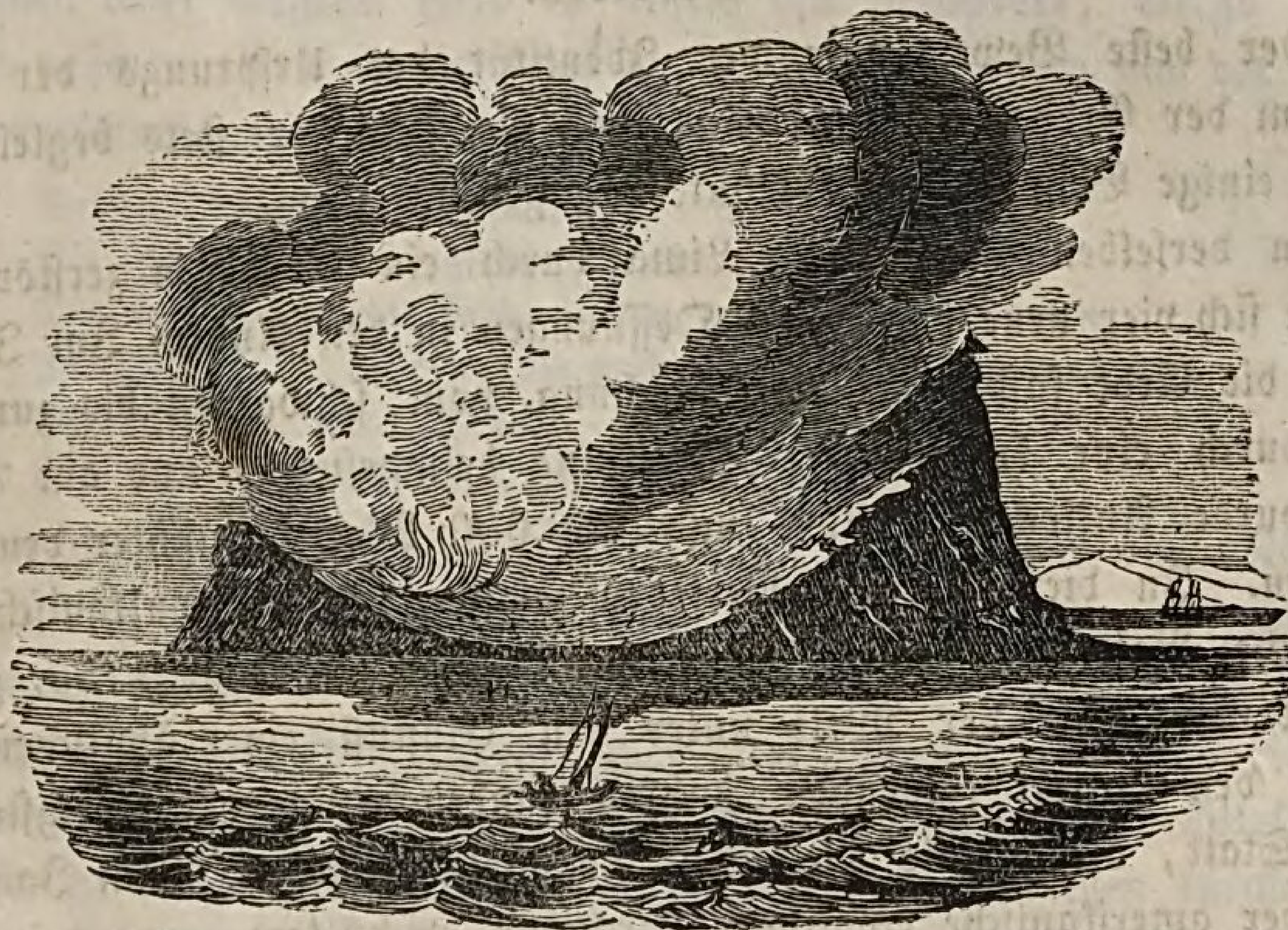
Die Insel wurde nachher von mehreren Gelehrten besucht, und soll am 4. August 200 Fuß Höhe und einen Umfang von drei Meilen gehabt haben. Von diesem Tag an aber nahm die Insel ab; denn da sie nur



Die Insel Ferdinandea, wie sie Corrao am 18. Juli 1831 sah.

aus lockern Schlacken und Bimsstein bestand, wurde sie vom Wasser bedeutend mitgenommen und hatte am 3. September, wo Capitän Wodehouse sie sorgfältig abmaß, nur noch einen Umfang von 3/5 Meilen und eine Höhe von 107 Fuß. Gegen Ende Oktober war die Insel bis auf einen kleinen, aus Sand und Schlacken bestehenden Punkt verschwunden. Als Capitän Swinburne den Ort zu Anfang 1832 untersuchte, fand er an der Stelle, wo die Insel gewesen war, eine bedeutende Sandbank, und im Jahr 1833 zeigte sich dort eine gefährliche Klippe von ovaler Form und 3/5 Meilen im Umfang.

Wir wollen nun unsere Bemerkungen über die Thätigkeit der Vulkane mit einigen Sätzen schließen, die aus der Betrachtung der geographischen Stellung, der relativen Lage und der Nebenerscheinungen aktiver Kegel hervorgehen.



Die Insel Ferdinandea, später gesehen.

1) Fast alle thätigen vulkanischen Kegel liegen entweder in der nächsten Nachbarschaft des Meeres oder in der Nähe von Salzwasser-Seen. Viele findet man auf Inseln, und mehrere Inseln selbst sind durch vulkanische Ausbrüche erzeugt worden. Diese Regel erleidet jedoch einige Ausnahmen, und wir wollen hier besonders der amerikanischen Vulkane erwähnen, von denen einige im Innern des Festlandes liegen. Allein ihre relative Lage berechtigt uns zu der Vermuthung, daß sie über irgend einem großen Schlunde ruhen, der mit der See in Verbindung steht. Der Vulkan von Jorullo ist weiter von dem Meere entfernt, als jeder andere; doch ist er auf der einen Seite mit dem atlantischen Meere durch den Vulkan von Turtla, auf der andern mit dem stillen Ocean durch den von Colima verbunden.

2) Eine weitere Bemerkung, die aus der geographischen Stellung der Vulkane hervorgeht, besteht darin, daß sie hauptsächlich Reihenweise vorkommen. Zwar finden wir hie und da einen einzelnen Kegel, der mit keinem andern Berge in Verbindung zu seyn scheint, wie dieß mit dem Aetna und dem Pik von Teneriffa der Fall ist; auch können wir sie an andern Orten in kleinen Gruppen bei einander sehen; allein ihre gewöhnliche Stellung ist die Reihenlinie.

3) Erdbeben und warme Quellen leiten ihren Ursprung von derselben Kraft ab, wie die Vulkane, und man findet sie wie jene in Gebirgsarten von jedem Alter. Dieser Satz führt uns noch einmal zur Betrachtung der Umstände, unter denen diese zwei Klassen von Erscheinungen vorkommen.

Erdbeben.

Der beste Beweis von der Identität des Ursprungs der Vulkane mit dem der Erdbeben liegt darin, daß sie einander stets begleiten. Wir wollen einige Beispiele zur Erläuterung geben.

In derselben Nacht, da Lima durch ein Erdbeben zerstört wurde, bildeten sich vier neue vulkanische Oeffnungen in den Anden. Im Jahr 447 wurde die Erde fast ohne Unterbrechung vom schwarzen bis zum rothen Meer durch eine krampfhafte Bewegung heimgesucht, und am 20. Mai 520 wurde Antiochia zerstört und 250,000 Menschen unter den Ruinen begraben. In diesen beiden Perioden zeigten mehrere vulkanische Kegel Ausbrüche. Bald nach dem Erdbeben von Lissabon, im Jahr 1755, geriethen verschiedene Theile der Welt unter den Einfluß einer ähnlichen Kraft; und in den darauf folgenden Jahren fanden einige der heftigsten Ausbrüche Statt, die jemals die Welt heimgesucht haben. Im Jahr 1759 wurde der amerikanische Continent furchtbar erschüttert, und der Jorullo befand sich in einem Zustand des heftigsten Ausbruchs, welcher von höchst merkwürdigen Phänomenen begleitet war. Im Jahr 1760 wurden 15 Spalten auf einmal eröffnet, und aus einer jeden ungeheure Lavamassen herausgeschleudert. In demselben Jahre brach der Katlagiaa in Island mit heftiger Gewalt aus und zeigte so furchtbare vulkanische Erscheinungen, wie man noch niemals ähnliche gesehen hatte. Dreißig Tage nach der Zerstörung der Stadt Caraccas begann der Vulkan von St. Vincent seine Thätigkeit. In dem Augenblick, wo er losbrach, hörte man ein unterirdisches Geräusch, und die Erde ward in einem Umkreis von etwa 2200 engl. Quadratmeilen erschüttert. Aus diesen und vielen ähnlichen Facten wird hervorgehen, daß vulkanische Ausbrüche vielfach von Erdbeben begleitet sind, und die Stärke des einen häufig im Verhältniß zu der des andern steht. Es haben jedoch häufig Erdbeben stattgefunden, ohne daß sie von vulkanischen Ausbrüchen begleitet waren, welcher Umstand sich etwa durch die Annahme erklären läßt, daß nicht die genügende Energie vorhanden war, um eine Oeffnung zu bilden, oder daß die durch unterirdische Hitze erzeugten Gase durch eine schon vorher bestehende Spalte ihren Ausweg fanden.

In Beziehung auf Intensität sind die Erdbeben sehr verschieden. Die Erschütterung ist bisweilen so schwach, daß sie nur für Solche fühlbar wird, die an derartige Phänomene gewöhnt sind, oder hat sie keine weitere Wirkung, als daß sie die Glocken und die unbefestigten Hausgeräthe in Bewegung setzt. Oft aber schwankt die Erde, gleich einem Betrunkenen, und als ob sie das ihr vom Schöpfer gegebene Gleichgewicht verlöre; dann stürzen Städte in Trümmer, weite Strecken Landes werden verwüstet, die

ganze Gestalt einer Gegend wird in einem Nu verändert, Berge fallen ein, Flüsse nehmen einen andern Lauf an, und Seen werden von der gierigen Erde verschlungen.

Seltsam bricht oft die kränkelnde Natur sich los;
Die schwang're Erde gleicht da einem Kinde, das
Die Kolik plagt und kneipt mit widerspenst'gen Winden,
Im Schooß ihr ruhend; die nach Luft dann streben und
Die gute, alte Erde schütteln, Thürme und
Mit Moos bewachs'ne Zinnen niederschmetternd.

Die Wuth eines Erdbebens dauert selten länger, als eine Minute; bisweilen aber fühlt man mehrere Stöße in ganz kurzen Unterbrechungen hinter einander. Während der Erschütterung bilden sich oft ungeheure Schlünde, durch welche Flammen, Wasserströme oder dichte Massen gasartiger Fluiden ausgeworfen werden. Die durch Erdbeben herbeigeführten Wirkungen haben daher in vielen Fällen einen großen Umfang und einen furchtbaren Charakter. Es läßt sich wohl keine entsetzlichere Beschreibung von den Folgen eines Erdbebens geben, als diejenige, welche Kircher über die Katastrophe von 1638 mittheilt. Der Berichterstatter war auf dem Weg nach Euphemia begriffen, allein das Meer wurde in so unnatürlichen Bewegungen umhergetrieben, und gab ein so schauerliches Getöse von sich, daß man nicht im Stande war, die Reise fortzusetzen. Kircher landete daher mit seinen Gefährten bei Lopizicum. „Wo wir hinsahen," sagt er, „traten uns Scenen des Schreckens entgegen. Aber unsere Aufmerksamkeit ward bald von der entfernteren Gefahr auf die näher liegende gezogen, indem wir ein dumpfes, rasselndes Getöse unter uns vernahmen, das mit jedem Augenblick lauter wurde. Der Platz, auf dem wir standen, erzitterte heftig. Nach einiger Zeit hörte der Paroxysmus auf. Als ich mich erhob und nach Euphemia sah, erblickte ich nur eine furchtbare schwarze Wolke. Wir warteten, bis sie vorüber war, und sahen dann an dem Fleck, wo die Stadt gestanden, nur noch einen trüben, stinkenden See."

Humboldt hat mit seiner charakteristischen Kraft die Empfindungen dargestellt, die sich eines Menschen bemächtigen, der zum ersten Mal die Erschütterung eines Erdbebens fühlt. „Von Jugend auf," sagt er, „hat sich der Begriff gewisser Gegensätze in unserem Geiste festgesetzt, das Wasser ist uns ein Element, das sich bewegt, die Erde eine unthätige, bewegungslose Masse. Diese Begriffe gibt uns die tägliche Erfahrung; sie verknüpfen sich mit Allem, was durch die Sinne zu uns gelangt. Wenn man einen Stoß verspürt, wenn die Erde, die wir für so stabil gehalten, in ihren Grundfesten erschüttert wird, dann genügt ein Augenblick, um lange Illusionen zu vernichten. Es ist wie ein Erwachen aus einem Traum, aber ein schmerzliches Erwachen. Wir fühlen, daß wir durch die anscheinende

Ruhe der Natur getäuscht worden sind, wir werden aufmerksam auf das geringste Geräusch, zum erstenmal mißtrauen wir einem Boden, auf den wir so lange getrost unsern Fuß gesetzt hatten. Wenn die Stöße sich wiederholen, wenn sie mehrere Tage lang fortdauern, dann verschwindet die Unsicherheit bald. Im Jahr 1784 waren die Bewohner von Mexico eben so daran gewöhnt, den Donner unter ihren Füßen rollen zu hören, wie wir, die Blitze in der Wolkenregion zu erblicken. Leicht erzeugt sich das Vertrauen in dem Gemüthe des Menschen, und wir gewöhnten uns endlich an der Küste von Peru an die Bewegungen des Bodens, wie sich der Matrose an das Schlingern des Schiffes gewöhnt, das durch die Bewegung der Wellen hervorgebracht wird."

Man fühlt die Wirkungen der Erdbeben in großer Ausdehnung. Während des Erdbebens von Lissabon im Jahr 1755 geriethen alle europäischen Meere in Aufruhr und wurden an einigen Orten dick und trübe. Auch der Ontario-See fühlte diese Erschütterung, sowie auch das Meer in der Umgebung der östlichen Antillen. Die Stöße sind jedoch in vulkanischen Ländern immer am heftigsten, obschon nicht immer gerade an denjenigen Punkten, die dem Sitze thätiger Vulkane zunächst liegen. In Marokko und an der Küste der Berberei fühlt man sehr häufig Erdbeben, und obschon in keinem dieser Länder ein thätiger Kegel sich befindet, so liegen doch geologische Beweise vor, daß die vulkanische Kraft in irgend einer vergangenen Periode dort thätig gewesen war. Es ist daher vielfältig die Vermuthung aufgestellt worden, daß zwischen manchen fernliegenden Punkten eine unterirdische Verbindung stattfinde, und daß ein Land, das einmal der Schauplatz vulkanischer Kraftäußerungen gewesen, eine Wiederholung ihrer Wirkungen erfahren könne. In Ländern, wo thätige Kegel existiren, sind Erdbeben deßhalb nicht immer am heftigsten, weil an solchen Orten jeder Krater als ein Sicherheitsventil wirkt, und so die zerstörenden Wirkungen verhindert, welche in andern Ländern durch die mächtige Expansivkraft der eingeschlossenen Dämpfe, die ihrem Körper zu entfliehen streben, erzeugt werden.

Es möchte schwer seyn, aus einer etwa zu gebenden abstrakten Beschreibung sich einen Begriff von dem Charakter oder dem Einflusse der Erscheinungen zu machen, die mit dem Erdbeben verbunden sind. Wir werden diese furchtbare Umwälzung der Natur weit richtiger würdigen lernen, wenn wir die Berichte lesen, welche von den Phänomenen, die mit ihnen verbunden waren, und von den Wirkungen handeln, welche sie auf die Gegenden übten, in denen sie geschahen.

Das Erdbeben, welches Lissabon im Jahr 1755 zerstörte, war das heftigste, welches, wenigstens so weit die geschichtlichen Mittheilungen

gehen, jemals in Europa Statt fand. Am 1. November, 40 Minuten nach 9 Uhr Morgens, wurde ein heftiger Erdstoß verspürt, der zwar nur $\frac{1}{10}$ Minute dauerte, aber in dieser Zeit doch ein Viertheil der Häuser und alle größeren öffentlichen Gebäude in Lissabon umstürzte. Ohne Zweifel war es dieser erste kurze Stoß, der all das Unheil hervorbrachte, obwohl gleich darauf noch zwei andere kamen. Sie folgten übrigens einander so schnell, daß man gewöhnlich nur von Einem Stoß spricht. Gegen 12 Uhr wurde die Erde abermals erschüttert. Ein Herr, der dabei gegenwärtig und der Vernichtung entronnen war, welche die Mehrzahl des Volkes erfaßte, erzählt, daß er um diese Zeit von Terra de Pasco herabgesehen habe, wie die Wände vieler Häuser sich vom Dache bis zum Grunde um mehr als $\frac{1}{4}$ Elle geöffnet und wieder so genau geschlossen hätten, daß auch nicht eine Spur von Verletzung sichtbar blieb.

Während der ersten Stöße trat der Tajo um mehr als eine halbe Meile von seinem gewöhnlichen Ufer zurück, kam aber hierauf in einer ungeheuren Woge 50 Fuß höher als sein sonstiges Niveau wieder und zog sich dann augenblicklich zurück. In Cascais, Setuval, Penische und in Algarvien ertranken viele Leute durch das plötzliche Hereintreten des Meeres. Die Wirkungen dieses schrecklichen Erdbebens erstreckten sich über ganz Portugal, ja sogar über ferne Länder. Die Gebirge von Arebeda, Estrelha, Julio, Marvao und Cintra wurden bis in ihre Grundfesten erschüttert, viele Berge an ihren Gipfeln gespalten und ungeheure Felsmassen in die Thäler geschleudert.

Die zerstörenden Wirkungen dieses Erdbebens lassen sich kaum in ihrer ganzen Ausdehnung beschreiben. Wenigstens 30,000 Personen wurden durch das erste Einstürzen der Häuser in Lissabon getödtet. Solche Scenen lassen sich nur durch Augenzeugen malen. „Die Menge der Getödteten," sagt Wolfall, „übersteigt alle Beschreibung, denn Furcht und Bestürzung war so groß, daß die entschlossensten Leute nicht einen Augenblick stehen zu bleiben wagten, um einige Steine von ihren geliebtesten Freunden wegzuschaffen, obwohl noch Viele dadurch hätten gerettet werden können. Allein man dachte an nichts als an Selbsterhaltung, und die wahrscheinlichste Rettung bestand darin, daß man auf freie Plätze und in die Mitte der Straßen eilte. In den Häusern und auf den Straßen gingen ungleich weniger zu Grunde, als unter den Trümmern der Kirchen, denn da es gerade ein großer Festtag und die Stunde der Messe war, so waren alle Kirchen der Stadt gedrängt voll. Es gibt hier aber mehr Kirchen, als in London und Westminster zusammen, und da die Kirchthürme hoch sind, so stürzten sie meist mit dem Dache der Kirche ein und nur Wenige entkamen den gewaltigen Steinen."

„Ich wohnte," sagt der Erzähler, „in einem Hause, welches 38 Bewohner faßte. Von diesen retteten sich nur vier. Im Stadtgefängniß gingen 800 zu Grunde, 1200 in dem großen Hospital, und in jedem der vielen Klöster gegen 400. Der Palast stürzte beim ersten Stoß, die Lissaboner aber behaupten, das Inquisitionsgebäude sey zu allererst eingefallen."

Dieses Erdbeben wurde nicht nur in Portugal und seiner Halbinsel verspürt, sondern in ganz Europa, im Norden von Afrika und sogar in Westindien. Das Judenviertel zu Mequinez in der Berberei wurde an demselben Tag zerstört, und gegen 10,000 seiner Bewohner gingen zu Grunde. Eine Stadt in Marokko, die ungefähr die gleiche Anzahl Bewohner hatte, wurde mit Allen, die darin waren, auf dieselbe Weise vernichtet, indem sich die Erde über ihren Opfern schloß. Die Stadt Tasso hatte das nämliche Schicksal. In Schottland beobachtete man eine bedeutende Erhebung der Gewässer des Loch Lomond; die Themse stieg und fiel; und in Antigua und Barbadoes verspürte man mehrere leichte Stöße.

Es wäre uns leicht, einen ganzen Band mit lauter kläglichen Erzählungen zu füllen, wie sie von Solchen gegeben wurden, welche Erdbeben an verschiedenen Punkten beobachteten. Wir wollen jedoch deren nur noch zwei anführen. Am 30. März des Jahres 1828 wurde in Lima ein starkes Erdbeben verspürt, durch welches ein Theil der Stadt zerstört wurde und eine Menge Menschenleben verloren gingen. Der Brückenpfeiler riß zu drei Viertheilen auseinander und eine 18 Zoll breite Oeffnung wurde gebildet. Eine große, 30 Fuß dicke Felsenmasse wurde von einer Klippe im Norden der Lorenzo-Insel abgelöst und in die See geworfen. Die Chronometer und Uhren blieben bei der Schwingung der Erde stehen, und die Wirkungen der letztern konnte man sowohl auf der See als am Lande beobachten. Kapitän Bagnold hat in einer gelehrten Zeitung eine sehr interessante Beschreibung dieses Erdbebens gegeben, wie es ein Offizier eines Schiffes beobachtete, welches in der Bai von Callao vor Anker lag. Das Schiff erlitt heftige Stöße und das Wasser wallte auf wie beim Sieden, indem seine ganze Oberfläche mit Gasbläschen bedeckt war, die wahrscheinlich von Schwefelwasserstoff herrührten, weßhalb sie auch einen starken Geruch von sich gaben, faulendem Teichschlamme ähnlich. Eine von den Ankerketten des Schiffes wurde halb geschmolzen, und auf der Oberfläche des trüben Wassers schwammen todte Fische.

Lima hat schon viel durch Erdbeben zu leiden gehabt. Das vom Jahr 1566 verspürte man in einem Umkreis von 66 Stunden; das von 1746 zerstörte Dreiviertheile der Stadt und vernichtete 120,000 Menschen.

Am 13. August 1822 zerstörte ein Erdbeben den größten Theil von Aleppo, und tödtete gegen 30,000 Einwohner. Backer hat diese Catastrophe in einem Brief an die britische und ausländische Bibelgesellschaft beschrieben. Da darin zugleich die Gefühle ausgesprochen werden, die ein so furchtbares Ereigniß gewöhnlich hervorruft, so wollen wir den Brief selbst anführen:

„In der Nacht vom 13. August gegen halb 10 Uhr wurde Aleppo, die dritte Stadt des ottomanischen Reichs und ganz von Stein gebaut, in Zeit von wenigen Sekunden in einen Schutthaufen verwandelt.

„Ich schlief gerade auf der Terrasse meines speziellen Freundes, Mr. Meseyk, der durch die Gnade des Allmächtigen mit seiner ganzen Familie gerettet wurde. Etwa eine halbe Stunde vor dem Hauptstoße verspürte man einen leichteren, worauf ich die Vorsicht gebrauchte, mein Bett von einer sehr hohen Mauer, neben der es stand, wegzuziehen. Bald wurde ich durch das Einstürzen derselben Mauer aufgeweckt. Ich sprang von meinem Lager auf, und ohne die Zeit mit Ankleiden zu verlieren, flüchtete ich aus dem Hause, das nun von allen Seiten zusammenstürzte. Im Hause zu bleiben oder durch die Straße zu fliehen, erschien mir Anfangs gleich gefährlich; endlich entschied ich mich für das letztere. Demgemäß stieg ich die Hintertreppe in Meseyk's Hause hinab, denn die große Treppe fiel eben ein. Die Dunkelheit der Nacht und die Staubwolken, welche die Luft erfüllten, verhinderten mich, die Steine und den Schutt zu bemerken, der von einem Theil des Hauses auf die Treppe gefallen war. So stürzte ich in den Hof hinab und auf einen Leichnam. Wie soll ich meine Empfindung in jenem Augenblick beschreiben, als ich nicht wußte, auf was ich gefallen war? Ich war halbtodt vor Angst und Schrecken. Ich erfuhr nachher, es sey ein treuer Diener gewesen, der eine Sekunde vor mir dieselbe Treppe hinabgesprungen und durch Steine, die von einem anstoßenden türkischen Hause herüber fielen, getödtet worden war. Ich verließ den traurigen Ort und rannte wie ein Verrückter mitten durch die eingestürzten Mauern nach dem Stadtthore, das in einiger Entfernung vom Hause meines Freundes lag. Auf meinem Lauf durch die engen Straßen mußte ich die schrecklichsten Dinge mitansehen. Beim Lichte der Häuser, deren Wände eingefallen waren, erblickte ich Männer und Weiber, die unter den Trümmern ihrer Wohnungen kauerten und ihre Kinder in den zitternden Armen hielten. Ich sah verstümmelte Leichname unter meinen Füßen, und ein herzzerschneidendes Geschrei von halbbegrabenen Christen, Juden und Türken schlug an mein Ohr.

„Nach großer Anstrengung gelangte ich endlich, stets durch Ruinen fortlaufend, ganz erschöpft an das Stadtthor, welches Bab-el-Farnidsch

heißt. Das Erdbeben dauerte noch immer fort. Aber das Stadtthor war geschlossen, und Niemand wagte es, unter seinen Bogen zu treten, um es zu öffnen. Ich kroch an das Thor, tappte im Dunkeln umher und bemerkte, daß es nur verriegelt war, aber die großen Eisenriegel, die über die Flügelthüren gingen, waren vom Erdbeben gekrümmt. Meine geringe Kraft reichte jedoch nicht hin, um sie mit Gewalt aufzubrechen. Ich wollte die Wache aufsuchen, aber sie war nicht mehr. Abermals stürzte ich vor dem Allmächtigen auf die Kniee. Während ich mich in dieser Stellung befand, kamen 4 bis 5 Türken heran und falteten die Hände auf ihre gewöhnliche Weise zum Gebete, indem sie Allah! Allah! riefen. Da ich auf meine Sicherheit wie auf die der Tausende, die nach dem Thore strömten, um zu entrinnen, eifrigst bedacht war, so stellte ich keine weitern Betrachtungen an, sondern bat jene, mir das Thor öffnen zu helfen, damit wir unser Leben retteten. Sie nahmen nun große Steine und zerbrachen damit in kurzer Zeit die Riegel, so daß das Thor geöffnet werden konnte. Kaum war ich hinaus, als es ein starker Erdstoß in Trümmer warf; mehrere Juden wurden so begraben. Als ich wieder etwas bei Sinnen war, quälte mich aufs Neue der Gedanke an das Schicksal meines Bruders und seiner Familie in Antiochia, und das grausame Geschick meiner Freunde in der Stadt. Ueberdieß wirkten die traurigen Gegenstände in meiner Umgebung — hier schrieen mir Verwundete entgegen, dort beklagten sie den Tod ihrer Verwandten, oder jammerten über ihren sterbenden Kindern, die sie unter den Ruinen hervorgezogen — so heftig auf mein Gemüth, daß die geschickteste Feder keine Idee von meinen Gefühlen zu geben vermöchte."

Durch denselben Erdstoß wurden Antiochia, Lattakia, Gissershogre, Idlib Mendun Killis, Scandron und alle übrigen Städte und Dörfer im Paschalik von Aleppo zerstört.

Die grausenhafte Schilderung der Schrecken und Zerstörungen eines Erdbebens, welches im Februar 1843 die westindischen Inseln und besonders Guadeloupe, Antigua und St. Thomas verheerte, wird den meisten unserer Leser noch aus den Zeitungen in frischem Andenken seyn.

Eine Reihe schmerzlicher Gedanken drängt sich unserem Gemüthe auf, wenn wir in Betracht ziehen, wie viele Menschenleben solche Phänomene vernichten. Aengstlich treten wir von dem Gemälde der Vergangenheit hinweg, und mißtrauen dem gegenwärtigen Zustande der natürlichen Mächte, von denen wir umgeben sind. Am schönen Morgen der Hoffnung meinten wir, Alles außer uns und Alles in uns könne nur angenehme Empfindungen und glückliche Verbindungen hervorbringen. Aber bald erfahren wir, daß es in unserem Herzen eben so viel Quellen des Schmerzes

als der Freude gibt; und endlich überzeugen uns Menschen und Natur, daß man sich nicht recht auf sie verlassen könne. Der Morgen mag heiter seyn und die unbewölkte Sonne das Antlitz der Natur mit ihrer verjüngenden Farbe schmücken, aber bald hüllt sie sich mitten im Kampf der Natur in Wolken. Neugierde und Unbefriedigtheit mögen zu der Frage veranlassen, warum der Schöpfer aller Dinge das Vorhandenseyn von Ursachen gestattet habe, die das animalische Leben zerstören müssen? Aber Religion und Vernunft werden darauf antworten, daß der Mensch seine Abhängigkeit von Dem fühlen solle, der alle Kräfte in seiner Gewalt hat, und der sie so eingerichtet hat, daß sie im Einklang mit der Natur seiner irdischen Regierung die Erfüllung seines Willens möglich machen, und der größeren Anzahl seiner Geschöpfe das größte Glück sichern.

Aus den auf den vorhergehenden Blättern angeführten Thatsachen wird klar hervorgehen, daß die Erdbeben ihren Ursprung derselben innern Macht verdanken, welche auch vulkanische Ausbrüche hervorruft. Diese Folgerung geht nicht aus irgend einem einzelnen Falle hervor, sondern wird durch mannigfache Analogieen verbürgt. Alle Gegenden, wo Erdbeben häufig vorkommen, sind entweder von thätigen vulkanischen Kegeln eingeschlossen, oder waren in einer vergangenen Periode der Schauplatz vulkanischer Ausbrüche. Die Erdbeben gehen der vulkanischen Thätigkeit gewöhnlich voran, und hören mit dem Ausbruch auf. Wir können noch hinzufügen, daß Vulkane und Erdbeben einander in allen Umständen ihrer Thätigkeit, wenigstens so weit dieß ihre Dauer und Stärke betrifft, gleichen.

Thermen, warme Quellen.

Die Geologen sind beinahe sämmtlich der Ansicht, daß warme Quellen ihren Ursprung der vulkanischen Kraft verdanken. Diese Muthmaßung wird aus der Lage der Quelle und dem Einfluß der vulkanischen Ausbrüche auf sie gefolgert. An dreierlei Punkten können warme Quellen gefunden werden: In der Nähe thätiger Vulkane, in Gebirgsketten, die durch vulkanische Thätigkeit gebildet sind, und in solchem Gestein, das eine bedeutende, durch Feuer bewirkte physische Umwälzung erfahren hat. Man kann nicht behaupten, daß warme Quellen in Lagen, welche kein äußeres Zeugniß einer heftigen Störung bieten, ganz unbekannt seyen; wenn sie aber in solchen Lagen vorkommen, so läßt sich dieser Umstand nicht als ein Beweis dafür anführen, daß warme Quellen ihr Entstehen andern als vulkanischen Gründen verdanken.

In der Nähe des Aetna, des Vesuv und des Hekla findet man häufig heiße Quellen; ja in Island sind sie so zahlreich und ergiebig, daß

sie für die charakteristischen Phänomene der Insel gelten können. Allein sie erscheinen an erloschenen Kegeln ebensogut als an thätigen, indem man ihrer viele in den ehemals vulkanischen Gegenden von Frankreich, Ungarn und Böhmen findet. Man trifft sie auch in den Pyrenäen und in andern hohen Gebirgsketten, welche ihre Erhebung einer großen unterirdischen Bewegung verdanken. Besonders häufig sind sie an solchen Orten, die durch heftige physische Umwälzungen zerrissen worden sind.

Diese Thatsachen beweisen zur Genüge, daß warme Quellen durch vulkanische Ursachen erzeugt worden sind; und es ist ein merkwürdiger Umstand, daß man nach Maaßgabe der Erweiterung der geologischen Kenntnisse sich immer mehr von der Allgemeinheit der feurigen Kräfte überzeugt hat. Einige Schriftsteller scheinen den Beweis von dem vulkanischen Ursprung heißer Quellen auf die Wirkungen gründen zu wollen, welche vulkanische Ausbrüche auf sie hervorbringen. Dieser Beweis scheint uns jedoch weit weniger schlagend, als der aus ihrer Lage abgeleitete, indem es häufig geschieht, daß auch kalte Quellen, von denen man nicht voraussetzen kann, daß sie mit der unterirdischen Kraft in Verbindung stehen, durch vulkanische Ausbrüche afficirt werden.

Ueber den Ursprung der heißen Quellen unseres Vaterlandes haben sich die Gelehrten mehrfach herumgestritten. Wir besitzen allerdings keine brennenden Berge, noch werden wir durch solche Scenen der Verwüstung heimgesucht, wie sie häufig in tropischen und Polargegenden, in den eisigen Schlupfwinkeln Islands, wie in den heitern Landschaften Italiens vorkommen. Deßhalb kann aber doch nicht behauptet werden, daß die vulkanische Kraft unter dem Gestein unseres Landes nicht ebensogut existiren könne, wie in andern Ländern; denn es kann ja an einem Ort Ursachen geben, welche zur Thätigkeit reizen, und an andern solche, welche sie hemmen; so daß sie dort Zerstörung und Veränderung hervorbringen, hier aber ihre Gewalt an den Strömen auslassen wird, die aus den Eingeweiden der Erde aufsteigen, um Krankheiten und Schwächen der Menschen zu heilen.

Wenn wir nun zugestehen, daß Vulkane, Erdbeben und warme Quellen, denen wir auch noch Gasausströmungen beifügen können, derselben Ursache entspringen, so müssen wir zunächst nach der Natur dieser Ursache fragen, und den Einfluß, den sie auf die Anordnung der Gebirgsarten gehabt hat, darzustellen suchen.

Theorieen über die vulkanische Thätigkeit.

Damit, daß eine große innere Hitze die Hauptursache der vulkanischen Thätigkeit sey, ist Jedermann einverstanden, allein in Betreff der Art und

Weise, wie diese Hitze hervorgebracht wird, herrscht eine große Meinungsverschiedenheit. Es ist zu bezweifeln, ob wir überhaupt Materialien genug haben, um irgend einer besondern Theorie den Anstrich der Gewißheit geben zu können. Dadurch ist Jedem Freiheit gelassen, sich selbst eine Theorie zu bilden, oder diejenige, welche ihm am besten gefällt, nach seinen Ansichten zu modificiren. Unsere wissenschaftlichen Journale, sowie die über Vulkane erschienenen Werke sind daher mit neuen Theorieen der vulkanischen Thätigkeit gefüllt, von denen jede einen Vertheidiger gefunden hat. Wir hätten über einen Gegenstand, über welchen eine so große Meinungsverschiedenheit herrscht, hinweggehen können; da aber so lange keine Wahrscheinlichkeit vorhanden ist, dem Richtigen auf den Grund zu kommen, als unser Geist gegen den Irrthum nachsichtig ist, so wird es wenigstens von einigem Nutzen seyn, wenn wir die Grundlosigkeit gewisser Ansichten auseinandersetzen und die Fesseln brechen, die den Verstand in seiner gesunden und kräftigen Thätigkeit hemmen. Wir werden daher einige Theorieen anführen, die zu verschiedenen Zeiten die Aufmerksamkeit der Gelehrten beschäftigten, und zugleich unsere Einwürfe gegen diejenigen derselben, welche noch die annehmbarsten scheinen, darlegen.

Wir haben Grund zu glauben, daß viele von den alten Fabeln aus einer unrichtigen Würdigung von Naturerscheinungen hervorgingen. Die Geschichte der Astronomie bietet zahlreiche Beweise hiefür, und wir sind der Ansicht, daß in jedem Lande, wo die Bewohner häufig vulkanische Erscheinungen wahrnehmen und zugleich abergläubisch oder Götzendiener waren, sie dieselben immer einem verborgenen Gotte zuschrieben. Die Aegypter schrieben alle physischen Uebel dem bösen Geiste Typhon zu; und die Griechen, welche mit der Wissenschaft auch den Aberglauben der Aegypter annahmen, versinnlichten wirklich die vulkanischen Phänomene in ihrer Beschreibung dieses Wesens. Typhon, sagen sie nämlich, war ein Riese, der stärker war als alle Kinder der Erde. Sein Kopf reichte bis zu den Sternen, und seine Arme umfaßten den Aufgang und den Niedergang. Mit seinen Händen schleuderte er Felsen bis in den Himmel empor; Glut flammte aus seinen Augen und ein flüssiges Feuer kochte in seinem Munde. Er sollte in Cilicien geboren seyn, welches Land als sehr vulkanisch bekannt ist; und nachdem er kurz nach seiner Geburt die Götter aus dem Himmel geschreckt hatte, wurde er von Jupiter bis an die Ufer des Sees Serbonis, eine andere vulkanische Gegend, verfolgt und endlich unter der Insel Sicilien eingekerkert, wo er noch immer wüthet, die Erde mit seinem Brüllen erschüttert und flüssiges Feuer auswirft.

Daß die philosophischen Ansichten der alten Griechen und Römer, wofern ihre Spekulationen überhaupt so genannt werden können, im Wider-

spruch mit den Fabeln standen, durch welche die Uneingeweihten getäuscht wurden, wird von dem römischen Dichter Lucretius in seinem Buche „De rerum natura" behauptet. Der Ursprung der Vulkane wurde damals dem Umstand zugeschrieben, daß die in den Höhlungen der Erde eingeschlossene Luft vermittelst der Hitze in heftige Winde verwandelt werde, was eine Vermehrung der Temperatur zur Folge habe, durch welche die brennbaren Körper im Innern der Erde entzündet würden. Diese Theorie ist keineswegs wissenschaftlicher als die Volksfabel, nur weniger poetisch. Es ist jedoch nicht zu verwundern, daß eine solche Theorie unter den Alten Eingang finden konnte, indem die Facta, auf welche eine Erklärung dieser Art gegründet seyn muß, ihnen fast gänzlich unbekannt waren, sowie auch viele anderweitige Wirkungen eben der Ursache, die sie aufzufinden suchten.

Da die Phänomene, welche Ausbrüche begleiten, eine direkte Untersuchung der Ursache verhindern, so muß man seine Ansicht aus den Umständen, unter denen die Wirkung hervorgebracht wird, aus dem Umfang ihres Einflusses und der Natur der ausgeworfenen Masse zusammenlesen. Mit all Dem waren aber die Alten unbekannt, und auch unsere Kenntniß hievon ist weit geringer, als man bei den vielfachen Gelegenheiten, die uns zur Nachforschung geboten sind, erwarten sollte.

Werner war einer der ersten Geologen, der eine Theorie der vulkanischen Thätigkeit aufzustellen suchte. Er schrieb den vulkanischen Ausbruch einer Entzündung der Kohle und anderer entzündlicher Substanzen zu. Zur Bekräftigung dieser Hypothese führt Pallas den Umstand an, daß der Schlammauswurf der Kegel in der Nähe des cimmerischen Bosphorus aus der Verbrennung der Kohlenlager entstanden sey. Brislak wollte dieser Theorie dadurch mehr Gewicht geben, daß er die vulkanischen Phänomene der Verbrennung von Steinöl in Schwefel- und Phosphorsäure zuschrieb. Als Beweis hiefür führt er das Vorkommen dieser Substanzen in der Lava an. Da es heutiges Tages schwer seyn dürfte, einen Vertheidiger für die eine oder andere dieser Theorieen aufzufinden, so wollen wir uns nicht die Mühe nehmen, zu zeigen, wie wenig sie zur Erklärung der vulkanischen Phänomene taugen.

Eine andere merkwürdige Hypothese, die aber einen weit größeren Schein der Wahrscheinlichkeit für sich hat, als die eben erwähnten, wurde von Humphry Davy aufgestellt. Nachdem er die metallischen Basen der Erden und Alkalien entdeckt hatte, gerieth er auf den Gedanken, daß die Erde selbst ursprünglich eine Kugel von einer metallischen Legirung gewesen seyn möge. Wenn dieß nun der ursprüngliche Zustand unserer Welt gewesen wäre, so würde, sagt er, die Verbindung des Sauerstoffs der Atmosphäre

mit den Metallen eine Kruste von erdiger Materie als obere Decke gebildet haben, während das Innere noch eine unoxydirte metallische Masse geblieben wäre. Wenn nun das Wasser beim Durchsickern durch die Kruste diese metallische Masse erreichte, so würde alsbald ein chemischer Proceß vor sich gehen: Der Sauerstoff des Wassers, der eine große Verwandtschaft mit den Metallen hat, würde sich von dem Wasserstoff trennen und es würde ein Metalloxyd bilden. Dieser chemische Proceß würde die Entbindung einer solchen Menge Wärmestoff hervorrufen, daß das umliegende Gestein dadurch in Schmelzung geriethe, während das befreite Wasserstoffgas seine Macht als eingeschlossenes elastisches Fluidum üben, das Gestein zerreißen und bei Berührung mit der atmosphärischen Luft als Flamme aus dem Boden hervorbrechen würde. — Diese Hypothese ist allerdings sehr plausibel und auch nicht ganz unwissenschaftlich; allein Davy selbst sah sich aus irgend einem Grunde veranlaßt, sie aufzugeben und einer auf die Lehre von der Centralhitze gegründeten Erklärung den Vorzug einzuräumen. Dr. Daubeny, welcher Davy's verlassenes Kind adoptirte, stellt die Vermuthung auf, daß es mit Davy's Charakter nicht so ganz unvereinbar gewesen wäre, wenn er nur deßhalb an der fraglichen Theorie keinen Geschmack mehr gefunden hätte, weil er sie von einer gewissen, nieder gestellten Klasse von Forschern bewundert sah. Diese Bemerkung mag richtig seyn, vielleicht läßt sich aber auch noch ein besserer Grund für Davy's Mißtrauen in die eigene Theorie auffinden.

Wir haben unsere Einwürfe gegen die genannte Theorie bereits in einer periodischen Schrift niedergelegt, und können nun nichts weiter thun, als die schon einmal gebrauchten Beweisgründe hier wiederholen.

Diese Theorie erfordert zwei Zugeständnisse, welche Treu und Glauben des Lesers etwas zu sehr in Anspruch zu nehmen scheinen. Wir müssen erstens das Daseyn eines unoxydirten metallischen Erdkerns, und zweitens die Entzündbarkeit desselben zugeben, oder die Theorie alsbald fahren lassen. Nun ist es zwar möglich, daß das Innere der Erde aus metallischen Legirungen besteht, obwohl man eben so viel Grund hat, jede andere Substanz in ihrer Zusammensetzung zu vermuthen. Wir wollen jedoch dem Beweis zu Liebe — denn dieß ist nur Meinungssache und wir können uns eine Substanz so gut wie die andere darin denken — annehmen, daß die Erde unter ihrer oberen Decke aus Metallen bestehe. Wir müßten nun ferner zugeben, daß dieser metallische Kern so beschaffen sey, daß er durch das Hinzukommen von Wasser, wobei Wasserstoffgas befreit und entzündet wird, eine Oxydation zugebe. Um die Natur des metallischen Kerns zu bestimmen, müssen wir den Charakter der ausgeworfenen Lava oder der Erden untersuchen, welche die Rinde unserer

Kugel bilden, und die der Theorie zu Folge in einer früheren Periode zu dem metallischen Kerne gehört haben müßten. Dr. Daubeny gibt nun an, daß Kieselerde, Alaun, Kalk und Eisen die Hauptbestandtheile der vulkanischen Produkte seyen. Die metallische Legirung müßte daher aus Silicium, Aluminium, Calcium und Eisen bestehen. Nun ist von allen positiv electrischen Substanzen das Silicium die am wenigsten entzündliche. Es kann in der freien Luft weißglühend gemacht werden, ohne daß es das geringste Streben zum Verbrennen zeigt; und weit entfernt, das Wasser bei gewöhnlichen Temperaturen zu zersetzen, läßt es sich vielmehr in diesem Fluidum kochen. Man hat daher allen Grund zu glauben, daß das Silicium kein Metall ist, sondern eine stärkere Verwandtschaft mit der Kohle, dieser nicht metallischen Substanz, hat. Wie dieß aber auch seyn mag, es verbindet sich so wenig mit den Metallen, daß es vielmehr überhaupt kein Bestreben zeigt, sich mit andern Körpern zu vereinigen, außer etwa im Zustande des Werdens oder wenn doppelte Verwandtschaften darauf einwirken. Wir können nicht umhin, hier zu bemerken, daß kurze Zeit, nachdem Berzelius die Eigenschaften des Siliciums entdeckt hatte, Davy auf seine Theorie verzichtete. Eine Musterung der Eigenschaften des Aluminiums ist der Theorie gleich ungünstig; denn dieses erleidet durch ein langes Sieden im Wasser selbst, wenn es sich im Zustand des feinen Pulvers befindet, keine sichtliche Veränderung und oxydirt nur in der Rothglühhitze. Vom Calcium und Eisen brauchen wir nichts zu sagen; das erstere ist nur eine imaginäre Substanz, und die Eigenschaften des Eisens sind zu wohl bekannt, als daß sie eine weitere Erörterung bedürften.

Unserer Ansicht nach ist es durchaus unmöglich, daß irgend eine Zusammensetzung dieser Substanzen die in der Theorie geforderten Bedingungen erfüllen sollten. Metallische Legirungen sind zwar allerdings oxydationsfähiger, als reine Metalle, wir haben jedoch die gegründete Vermuthung aufgestellt, daß, wenn sich die genannten Substanzen noch in einem unoxydirten Zustande befänden, sie nicht in Verbindung mit einander stehen könnten. Wenn wir uns denken könnten, daß die Erde ursprünglich eine Kugel von Kalium wäre, so ließe sich die Theorie einigermaßen verfechten; denn die Zersetzung von Wasser und das Verbrennen des mit Pottasche gesättigten Wasserstoffgases könnten vielleicht die Wirkungen des Aetna oder Tomboro im Kleinen nachbilden. Da nun aber die Bestandtheile der Lava keineswegs im Stande sind, unsern Forderungen zu entsprechen, so müssen wir auch auf die Theorie verzichten, wofern wir den Substanzen nicht imaginäre Eigenschaften beilegen wollen. Es würde wohl Niemand an einen vulkanischen Ausbruch denken, wenn man Wasser auf eine kalte Kanonenkugel schüttete, und doch ist die chemische Thätigkeit bei diesem

Experimente ganz eben so stark, als sie seyn würde, wenn Wasser auf den unoxydirten Erdkern wirkte. Das Eisen oxydirt sich weit schneller, als die Basen der Kieselerde und des Alauns; es zersetzt das Wasser, wenn man es benetzt, überzieht sich mit rothem Roste, wenn man es bei gewöhnlicher Temperatur der Luft aussetzt. Diese Theorie erscheint uns daher durchaus nicht wissenschaftlich begründet.

Aus Rücksicht für die, welche der Theorie, die wir zu entkräften versuchten, anhängen, wollen wir Dr. Daubeny's Antwort auf unsere Einwürfe hier anführen. Wir können jedoch nicht umhin, die Bemerkung voranzuschicken, daß Daubeny es zwar für nöthig erachtete, auf jene Entgegnungen zu antworten, es jedoch vermied, irgend eine Anspielung auf den Gegner selbst zu machen; wahrscheinlich weil er fürchtete, er möchte, wenn er denselben bekehrte, sich selbst veranlaßt sehen, das zu thun, was er Davy unterlegt hat.

„Man hat gegen mich angeführt," sagt Daubeny, „daß die zwei Hauptbestandtheile der Lava, nämlich die Basen der Kieselerde und des Alauns, nicht sehr entzündbar seyen. Das Silicium widersteht, wenn es ganz rein ist, der Weißglühhitze, ohne sich mit dem Sauerstoff zu verbinden; und das Aluminium läßt sich im Wasser sieden, ohne daß es dasselbe zersetzt. Aber erstens findet man diese Oxyde selten ohne Kalkerde oder Alkali, und die Basis der ersten dürfen wir in Hinsicht auf Davy's Experimente für sehr entzündbar halten, von dem letztern wissen wir es gewiß.

„Zweitens verbrennt das Silicium alsbald, wenn man es mit ein wenig Wasserstoffgas oder kohlensaurer Soda in Verbindung bringt; das Aluminium brennt sogar an sich selbst schon, wenn man es bis zur Rothglühhitze erhitzt, und löst sich mit Entwicklung von Wasserstoffgas in sehr verdünnten Kalilösungen.

„Wir können uns daher recht wohl denken, daß die Verbrennung mit dem Einwirken des Wassers auf das vorhandene Kalium, Natrium und Calcium begonnen, nachher aber durch Silicium und Aluminium gehemmt wurde."

Wenn auch diese Widerlegung unserer Einwürfe eben so entscheidend wäre, als sie unentschieden, unvollständig und verwerflich ist, so könnten wir immer noch als weiteren Grund für unsere verschiedene Meinung den Umstand anführen, daß manche zum Beweis derselben angeführte Gründe solchen Gesetzen angehören, die aus dem Daseyn eines metallischen Kerns entsprängen; wir würden darthun, wie unwahrscheinlich es sey, daß irgend ein Wasser hinzu käme, wie ungewiß, ob die atmosphärische Luft den Kern zu erreichen vermöge oder nicht, und wie zweifelhaft, ob überhaupt ein chemischer Proceß unter einem so großen Drucke vor sich gehen

könne. Jeder dieser Umstände könnte, und die Summe derselben müßte uns zu dem Schlusse führen, daß die Theorie zweifelhaft, wo nicht gar nur eingebildet sey.

Dr. Daubeny gibt eine ebenso schöne und scharfsinnige, als sehr faßliche Eintheilung der Theorieen über vulkanische Thätigkeit, wenn er sagt: Die Theorieen, welche in der Absicht gegeben wurden, die Existenz der vulkanischen Thätigkeit zu erklären, lassen sich in zwei Klassen eintheilen: in diejenigen, welche einen chemischen Proceß voraussetzen, wo dann die Hitze eine einfache Wirkung desselben wäre; und in diejenigen, welche die Existenz der Hitze annehmen und die andern Erscheinungen aus dieser ableiten. — Wir haben auseinandergesetzt, daß die einzige Theorie, welche unsere Aufmerksamkeit verdient, eben derjenigen Klasse angehöre, welche die Existenz der Hitze als eine Wirkung der vulkanischen Ursache betrachtet, und wir müssen nun auf die Beweisgründe derer übergehen, welche die ursprüngliche Thätigkeit der Hitze verfechten.

Der Umstand, daß das Innere der Erde einen weit höheren Wärmegrad zeigt, als die Oberfläche derselben, bildete lange einen Hauptmoment in allen geologischen Hypothesen. Allein weder Beschreiber noch Forscher begnügten sich mit der Annahme eines gegenwärtigen Zustandes, sondern behaupteten zugleich hartnäckig die Feuerflüssigkeit der ursprünglichen Erde. Es ist bisweilen gesagt worden, daß die Erde das Fragment eines Körpers sey, der sich zur Zeit der Erschaffung in einem Zustand des Schmelzens befunden habe. Mit dieser Annahme läßt sich ihre Form vermittelst der täglichen Umdrehung leicht erklären. William Herschel scheint durch eine nicht weniger blendende Theorie von seinen praktischen Studien abgezogen worden zu seyn; er glaubte, die Erde sey in einer vergangenen Periode eine Dampfmasse gewesen, und schreibt ihre gegenwärtige Form der Verdichtung des elastischen Fluidums zu, indem während des Processes der Wiederbildung eine sehr starke Hitze frei geworden sey. Die Wissenschaftlichkeit dieser Theorieen ist jedoch ebensowenig einzusehen, als ihre Nothwendigkeit, indem kein Grund vorhanden ist, warum das „Werde!" des Allmächtigen die Erde nicht als einen unabhängigen festen Körper ins Daseyn gerufen haben sollte, ohne die lästige Maschinerie, an der einige Gelehrte so viel Gefallen zu finden scheinen. Mit derartigen Spekulationen wollen wir uns jedoch jetzt nicht aufhalten, da sie uns einer Einsicht in die Ursachen der bereits erklärten Phänomene nicht näher zu führen vermögen. Es genügt, wenn wir wissen, daß die innere Hitze mit der Tiefe zunimmt, welches Factum durch vielfache Experimente erwiesen ist und nur von denjenigen bezweifelt wird, welche es gerne nicht glauben möchten.

Die Erde ist ein Behälter der Wärme, und dieses Agens ist in einer hinreichenden Kraft vorhanden, um die Erscheinungen hervorzubringen, welche Vulkane, Erdbeben und warme Quellen immer begleiten. Aus den bekannten Wirkungen der Verdichtung läßt sich eine Vermehrung der innern Wärme leicht erklären, so daß die Theorie hier durch Facta bestätigt wird. Im Verhältniß ihrer Zunahme mögen, wenn einmal eine gewisse Tiefe überschritten ist, gewisse Modifikationen stattfinden. Sollten aber künftige Experimente die Wahrheit dieser Vermuthung darthun, so würden viele Einwürfe, die man der Theorie jetzt und mit einer Miene von Wahrheit und Ehrlichkeit, die wir nicht weiter berühren wollen, macht, eine gehörige Beantwortung finden.

Diejenigen, welche verschiedenen theoretischen Ansichten huldigen, glauben nur zu oft, ihre Theorieen seyen geradezu entgegengesetzt. Wenn aber einmal die Wahrheit aufgefunden werden wird, so wird man auch finden, daß keine von den Ursachen, welche die Parteien so eifrig verfechten, an und für sich allein die Wirkungen hervorbringen konnte, die man nun erklärt zu haben wähnt. Es ist sehr wohl möglich, daß weder die innere Hitze, noch ein chemischer Proceß, noch electrische Strömungen allein die vulkanischen Phänomene hervorbringen konnten, wohl aber mögen sie in ihrem Zusammenwirken, indem sie einigermaßen von einander abhängen, all die heftigen Störungen erzeugt haben, welche die Oberfläche der Erde bewegen.

Wir haben nun die wichtigsten Thatsachen und Theorieen, welche sich auf das Innere der Erde beziehen, auseinanderzusetzen versucht. Es läßt sich nicht läugnen, daß in manchen Spekulationen, welche von den Geologen unserer Zeit aufgestellt und vertheidigt wurden, Ungewißheit und Irrthum vorherrscht, und wir prophezeihen, daß umfassendere Forschungen sie über die Trugschlüsse enttäuschen werden, die sie aus einer unvollkommenen Ansicht der Natur zogen. Der menschliche Geist mag wunderbar geeignet seyn, aus der durch die Sinne vermittelten Belehrung Grundsätze zu folgern; wenn aber diese Belehrung ungenau oder einseitig ist, so muß sie auch nothwendig irrige Grundsätze hervorbringen. Eine Mannigfaltigkeit der Umstände, besonders aber Vorurtheil und einseitige Ansicht der Thatsachen, können einer genauen Kenntniß der Wahrheit hindernd in den Weg treten. Diese sind auch heutiges Tags noch Quellen des Irrthums, denn sie beherrschen in einem gewissen Grade auch den Verstand der Weisesten. Wir möchten daher dem Leser unsere Ansichten keineswegs als solche aufdrängen, die den strengen Beweis eines geometrischen Satzes aushalten könnten, wir möchten sie eher als Gedankenstoffe, denn als dogmatische Beschlüsse betrachtet wissen.

Wenn wir die in diesem Kapitel erzählten Thatsachen noch einmal durchnehmen, treten uns zwei Dinge besonders klar entgegen, ja sie scheinen gleichsam jeder Schichte, die einen Theil der Erdrinde bildet, auf die Stirne geschrieben zu seyn: nämlich erstens, daß bei der Erzeugung der Gebirgsarten eine Reihe von Ursachen mitwirken, welche entweder an Charakter, an Umfang oder Stärke von einander verschieden waren, und zweitens, daß die Beschaffenheit dieser Gesteine die Existenz heftigerer feuriger Agentien, als der gegenwärtig wirkenden, beweist.

1) Da die Lager, welche die Erdrinde bilden, sich durch ihre mechanische und chemische Zusammensetzung von einander unterscheiden, und jedes Lager oder jede Reihe von Lagern sich durch einige ihm eigenthümliche organische Ueberreste auszeichnet, so geht daraus die vorhandene Existenz secundärer Ursachen, zur Zeit wo sich diese Gebirgsarten bildeten, hervor; und die Mannigfaltigkeit der Agentien setzt einen gewissen Zeitraum zwischen ihren allmähligen Wirkungen voraus. Wenn wir glauben wollten, daß ein Sandlager und ein Kieslager derselben physischen Kraft ihr Daseyn verdankten, oder daß zwischen der Ablagerung des Kalksteins, seiner Störung durch innere Gewalten und der Bildung eines neuen Lagers auf der verrückten Schichte kein merkbarer Zeitraum verstrichen sey, so würde dieß eine eben so große Umwälzung im logischen Schlußverfahren hervorrufen, als die vulkanische Gewalt im Gestein hervorbrachte. Große Geister lassen sich oft zu Schulden kommen, daß sie mit übertriebener Vorliebe eine Lieblingshypothese zu behaupten streben, und oft nach Beweismitteln greifen, die sie verdammen würden, wenn sich Andere derselben bedienten. Einige Schriftsteller, welche doch hinreichende Gelegenheit hatten, sich durch Selbstprüfung wie durch Lektüre eines Besseren zu belehren, haben die Behauptung aufgestellt, daß eine fortlaufende Reihe von Ursachen, die innerhalb eines sehr kurzen Zeitraums gewirkt hätten, oder gar eine einzige Ursache alle Gebirgsarten hervorgebracht, und die Störungen, die sie uns nun zeigen, veranlaßt habe. Die mosaische Sündfluth wurde demnach, sowohl was Stärke als was Zeit betrifft, für genügend erachtet, um all die verschiedenen Phänomene zu erklären, die wir berichtet haben. Dieser Annahme widersprechen jedoch zu klare und unläugbare Thatsachen.

2) Wenn das Innere der Erde eine höhere Temperatur besitzt, als ihre Oberfläche, so liegt die Wahrscheinlichkeit vor, daß das Verhältniß während des Bildungsprocesses der alten Gebirgsarten ein größeres war, als gegenwärtig. Dieß geht sowohl aus der Menge der vulkanischen Gesteinarten, als aus dem Factum hervor, daß die Hitze durch Ausstrahlung sich ausbreitet und endlich verliert. Die vulkanische Gewalt war in jedem Zeitalter thätig, indem sie Schichten verrückte und vulkanische Produkte zwischen sie

einschob. Sie scheint aber während der Bildung der älteren Gebirgsarten am heftigsten gewirkt zu haben, was auch mit der Annahme zusammenfällt, daß auch die Temperatur der Oberfläche in Folge der Ausstrahlung abgenommen habe.

Welcher Ansicht man sich aber auch nach einer Prüfung der Erdrinde zuneigen mag, so wird doch Jedermann zugeben, daß die Anordnung der Mineralmassen keine zufällige, sondern die Folge jener vorordnenden Macht sey, welche alle Naturkräfte dazu verwendete, um gewisse, für das Leben angenehme Zustände hervorzubringen. Die Sonne mag auf einige Welten mit einer eben so großen oder größeren Kraft scheinen, als sie dieß auf der Erde thut, und über sie die nämlichen belebenden Strahlen ausgießen; wenn diese Welten aber so eingerichtet sind, daß ihre Oberfläche jene belebende Kraft nicht aufzunehmen vermag, dann sind ihnen die Sonnenstrahlen nutzlos. Die Erde aber ist so eingerichtet, daß sie von den sie umgebenden Ursachen einen Einfluß in sich aufnehmen kann, der auf die Erhaltung des Lebens berechnet ist. Der Mensch erkennt die Entfaltung der göttlichen Weisheit in der Schöpfung, weil er sieht, daß in allen Theilen des Weltsystems ein genaues Verhältniß zwischen den Agentien und den Substanzen, auf welche sie einwirken, besteht.

Neuntes Kapitel.

Land und Wasser.

Vertheilung von Land und Wasser. — Bildung des Gesteins. — Festlande. — Gebirge. — Gebirgsketten. — Höhlen. — Quellen. — Gletscher. — Flüsse. — Wasserfälle und Katarakte. — Seen. — Der Ocean. — Meeresspiegel. — Farbe und Phosphoresciren des Meeres. — Temperatur des Meeres. — Eisberge. — Wasserhosen. — Wellen. — Gezeiten: Ebbe und Fluth. — Strömungen. — Chemische Zusammensetzung der Substanzen. — Cohäsion. — Krystallisation. — Chemische Anziehung. — Zusammensetzung des Wassers.

Die Gesammtoberfläche der Erde wird auf mehr als neun Millionen Quadratmeilen geschätzt und besteht aus Wasser und Festland. Sieben Zehntheile dieser Oberfläche sind mit Wasser bedeckt, und ein Theil der übrigen drei Zehntheile liegt eigentlich ebenfalls unter dem Meeresspiegel. Der größere Theil des trockenen Landes befindet sich in der nördlichen Hemisphäre; die südliche Halbkugel bietet eine große, fast ununterbrochene Wasserfläche dar, und der Stille Ocean allein ist größer als das sämmtliche trockene Land auf der Erdoberfläche. Humboldt berechnet, daß das trockene Land zwischen den Wendekreisen in der nördlichen und südlichen Halbkugel im Verhältniß von 5 zu 4, außerhalb der Wendekreise von 13 zu 1 stehe, wobei sich die größere Zahl stets auf die nördliche Halbkugel bezieht.

Dieses Verhältniß zwischen Wasser und Land hat aller Wahrscheinlichkeit nach nicht immer bestanden. Die höchste Erhebung über die Erdoberfläche kann sich in irgend einer vergangenen Periode unter dem Meeresspiegel befunden haben; und die Kraft, welche sie erhob, kann wieder in einer spätern Periode auf das Bett des gegenwärtigen Meeres wirken,

dasselbe bis zu der nämlichen Höhe erheben, und so die Vertheilung von Wasser und Land gänzlich umgestalten. Wollte man läugnen, daß das trockene Land einmal das Bett des Oceans gewesen sey, wie wollte man sich dann das Vorkommen organischer Ueberreste im Gestein erklären? Man darf nicht glauben, daß die alten Muscheln, die man im Gestein findet, nur über die Oberfläche desselben hingestreut seyen; sie bilden vielmehr einen eigenen Bestandtheil der Schichten und haben dieselben so durchdrungen, daß Gebirgsarten und Muscheln zu derselben Zeit abgelagert worden seyn müssen. Was einst Meeresgrund war, ist nun trockenes Land, es muß daher entweder das trockene Land, wie es damals existirte, unter das Niveau der alten Bassins hinabgesenkt worden seyn und ihren Inhalt in sich aufgenommen haben, oder aber der Meeresgrund so weit gehoben worden seyn, daß sich neue Thäler zur Aufnahme der Gewässer bildeten. Welche dieser beiden Ursachen das gegenwärtige Verhältniß zwischen Land und Wasser hervorrief, liegt außer allem Zweifel. Es gibt Gebirgsarten, welche durch eine gewaltsame Bewegung aus einer horizontalen in eine sehr geneigte oder gar vertikale Lage gebracht wurden. Ungeheure Massen vulkanischen Gesteins sind aus dem Innern der Erde geworfen worden, und bilden nun gleichsam unbewegliche Mauern, an welchen die gestörten Schichten der Reihe nach aufgethürmt sind. Man darf vielleicht einige örtliche Veränderungen dem Einsinken zuschreiben; alle große Bewegungen aber, denen die Erdrinde unterworfen war, müssen der Erhebung zugeschrieben werden.

Wir brauchen in geologischer Beziehung nicht sehr weit zurückzugehen, um Beispiele einer Veränderung in dem Verhältniß zwischen Wasser und Land aufzufinden. Die alten Meeresküsten gehören unter die neuesten geologischen Formationen, und zeugen von einer wenigstens theilweisen, obwohl keineswegs unwichtigen Erhebung, die nach der Ablagerung der neuesten tertiären Gebirgsarten stattfand. An der Küste von England findet man zahlreiche Beispiele, aus denen hervorgeht, daß die Küste an mehreren Punkten des Meeresufers, welches sich durch Anschwemmen von Muscheln, Kieselsteinen und anderen Seeprodukten erzeugt hatte, emporgehoben wurde. Zwar wollen mehrere Geologen diese alten Meerufer nicht als Produkte der Erhebung anerkennen, allein der Umstand, daß sie nur hie und da und in kleinen Massen vorkommen, ist noch kein Einwurf gegen die Theorie; denn es läßt sich mit Grund annehmen, daß die durch die Erhebung erzeugten Brüche eine Unterbrechung der Schichten herbeigeführt, und daß die störenden Kräfte, welche seit diesem Ereigniß nun Jahrhunderte lang auf jene Küsten wirkten, aller Wahrscheinlichkeit nach den größeren Theil der Massen, die als Zeugnisse jener Umwälzung zurückge-

blieben waren, hinweggeräumt haben. Man hat Grund zu glauben — sofern wir nämlich das relative Alter der Gebirgsarten nach den organischen Ueberresten, die sie enthalten, bestimmen dürfen — daß diese Ufer nach Ablagerung der Klippen gebildet wurden, und daß die Kraft, welche sie erhob, einer der letzten matten Stöße jener ungeheuren vulkanischen Macht war, die vorher so rasch, so umfassend und so energisch gewirkt hatte, nunmehr aber so schwach geworden ist, daß sie nur beziehungsweise geringe und stets nur örtliche Wirkungen hervorbringt. Wenn aber auch die Veränderungen in der Vertheilung zwischen Wasser und Land seit der Periode, wo sich das Meerufer erhoben, durch minder gewaltsame Kräfte hervorgebracht worden sind, so wissen wir doch, daß Ursachen existiren, in Folge deren Gebiete, die ehedem mit Wasser bedeckt waren, zu menschlichen Wohnplätzen geworden sind, während andererseits das Meer plötzlich in Landstriche einbrach, welche seit Jahrhunderten der Wohnort von Menschen gewesen waren. Diese Ursachen wirken so langsam, daß ihre Aeußerungen oft unbemerkt von einer Generation zur andern übergehen, während sie gleichwohl mächtige Veränderungen in der Vertheilung von Wasser und Land hervorbringen, und am Ende, wenn sie nur die gehörige Zeit dazu haben, der physischen Erscheinung der Erdoberfläche einen ganz neuen Charakter verleihen können.

Die in diesem Kapitel abzuhandelnden Gegenstände sind zu umfassend, und der Raum zur Besprechung zu begränzt, um eine genauere Beschreibung der Wirkung derjenigen Ursachen zu geben, die gegenwärtig eine Veränderung in der Vertheilung zwischen Wasser und Land hervorbringen. Einige wenige Bemerkungen hierüber sind jedoch unerläßlich.

Keine physikalische Kraft ist so gering, daß sie nicht zu einer Veränderung in dem bestehenden Verhältnisse zwischen Land und Wasser einigermaßen beitragen könnte. Die sanften Winde, welche Abends vom großen Ocean herwehen, der leichte Regenschauer, der die dürstende Erde erfrischt, ja sogar die Wärme und das Licht, die von der Sonne ausströmen, tragen einigermaßen dazu bei, jene fortlaufende Reihe von Veränderungen herbeizuführen, welche der Mensch, der sich der Erforschung der Natur widmet, allerorten beobachten kann. Der Wahn, als ob die gewaltsamsten Ursachen auch die zerstörendsten seyen, ist so allgemein, daß nur Wenige uns Glauben schenken werden, wenn wir behaupten, daß ein Fluß weit mehr zur Veränderung der Erdoberfläche beitrage, als ein verheerender Vulkan. Zeit und ausdauernde Thätigkeit bewirken Größeres, als ein einzelnes Ungestüm, und diese Behauptung gilt eben so sehr von der moralischen Welt, wie von denjenigen Kräften, die es mit der Materie zu thun haben. Der Vulkan, dessen Ausbruchszeiten durch Jahre, ja durch Jahrhunderte

von einander getrennt seyn können, wird allerdings, wenn er einmal zu arbeiten anhebt, furchtbare Wirkungen auf seine nächste Umgebung ausüben, allein die Wellen des Flusses schlagen täglich in ihrem ganzen Laufe an die Ufer an und tragen in jeder Stunde einen Theil des aufgenommenen Materials in irgend ein fernes Meer.

Vier Kräfte sind es hauptsächlich, die bei der Zerstörung und Wiederbildung des Gesteins thätig sind: Wärme, Luft, Wasser und chemische Einwirkung. Dagegen gibt es nur zwei erhaltende Principien: Cohäsion und Vegetation. Die zerstörenden Kräfte wirken häufig zugleich, und bewirken sehr oft durch unablässige Thätigkeit die Zersetzung eines Gesteins, das Jahrhunderte lang dem ungestümen Angriff der heftigsten Kräfte unerschüttert widerstanden hat. Das Wasser bahnt sich einen Weg durch den härtesten Felsen, die Hitze bringt seine Bestandtheile in einen Zustand der Schmelzung; oder es wirken diese beiden Kräfte zusammen auf eine Schichte Gestein, dessen Theile nur eine sehr geringe Cohäsion haben, aber durch eine üppige Vegetation zusammengehalten werden. Wenn eine aus Thonschiefer bestehende Klippe bald durch das Wasser des Oceans angegriffen, bald wieder durch die Sonnenhitze ausgedörrt wird, so wird der häufige Wechsel der äußeren Umstände trotz des bindenden Einflusses der Vegetation bald ein Stück um das andere ablösen, Um aber die Veränderungen, welche im Gange sind, genau zu verfolgen, müssen wir den Gegenstand aus zwei Gesichtspunkten beobachten: nämlich von der Zerstörung und der Wiederbildung des Gesteins aus.

Luft und Wasser wirken beide chemisch und mechanisch auf das Gestein, und wenn wir es versuchten, die Natur der durch sie hervorgebrachten Veränderungen bis aufs Kleinste hinaus zu verfolgen, so müßten wir nothwendig den Einfluß eines jeden in all den mannigfaltigen Zweigen ihrer Thätigkeit erforschen.

Die Atmosphäre übt einen mechanischen Einfluß auf das Gestein, besonders wenn sie eine große Quantität Wasser enthält. Das Verwittern des Gesteins, wie man diese Wirkung genannt hat, kann mehr oder weniger in allen Ländern beobachtet werden. Befindet sich die Luft in einer heftigen Bewegung, wie bei Orkanen, so ist sie ein zerstörendes Agens von nicht geringer Kraft, und selbst Mineralmassen werden unter ihrem Einfluß zerstört und ihre Verbindung aufgelöst.

Das Wasser ist ein noch wirksameres Agens: denn mag es nun über die Oberfläche hinströmen oder durch die Schichten sickern, so führt es immer einen, wenn auch noch so kleinen Theil mineralischer Materie mit sich fort. Ueberall, wo man es auch finden mag, trägt es zur Auflösung mineralischer Substanzen bei. Die Summe der abgeriebenen Theile

hängt stets von der Schnelligkeit seiner Strömung und der Lösbarkeit der Stoffe ab, durch oder über welche es geht. Wir haben schon öfter erwähnt, daß Flüsse von großem Wasserkörper immer eine ungeheure Menge thonigen Stoffes mit sich führen, oder an ihrem Grunde ablagern. Um aber die Wirkungen eines heftig bewegten Wassers genau abschätzen zu können, braucht der Forscher nur den Einfluß ungestümer Bergströme und zufälliger Ueberschwemmungen zu beobachten.

Die Wärme ist ein wichtiges Agens bei der Hervorbringung von Veränderungen in der äußeren Erscheinung der Erde, oder wenigstens gewisser Gegenden derselben. Daß Vulkane, Erdbeben und heiße Quellen ihren Ursprung der innern Hitze verdanken, ist allgemein anerkannt, wenn man auch über die Ursache dieser Wärme verschiedener Meinung ist. Die Vulkane wirken durch den Auswurf flüssigen Gesteins über größere oder geringere Flächenräume und durch die noch weitere Verbreitung von Bimsstein und Schlacken. Die Erdbeben wirken sehr verschieden auf die Oberfläche; sie erheben bald eine Insel, Küste und ganze Gegend, bald versenken sie sie; nicht selten bringen sie ungeheure Spalten hervor, biegen Flüsse von ihrem Laufe ab und bilden faulige Seen an der Stelle fruchtbarer Gegenden und prächtiger Städte. Warme Quellen lagern bedeutende Quantitäten von Kalkstein und Mineralien ab, und obschon sie jetzt scheinbar keine nachhaltigeren Wirkungen mehr hervorbringen, so haben sie doch ohne Zweifel in vergangenen Zeiten Lager von ungeheurer Dicke und Ausdehnung gebildet, und sind noch heutiges Tages nicht unwichtige Agentien.

In welchem Gebiete wir auch unsere Nachforschungen anstellen mögen, so finden wir immer, daß einige jener Kräfte oder sämmtliche auf das Gestein wirken, den fortlaufenden Bestand seiner Theile stören, diese in Haufen ansammeln oder über ganze Gebiete zerstreuen. Hiedurch gelangen wir nothwendig zu der Frage: was ist die endliche Bestimmung des so abgeriebenen Stoffes? Bleibt er an den Punkten liegen, wo er gebildet wurde, oder wird er nach fernen Gegenden geführt, um neue Zusammensetzungen zu bilden und wieder zur Entstehung von Mineralmassen beizutragen?

Das Wasser ist das hauptsächlichste Agens zur Auflösung der die Erdoberfläche bildenden Stoffe, übt aber auch den größten Einfluß auf die Wiederzusammensetzung der fortgeschwemmten Theile aus. Atmosphärische Ursachen wirken auf hochgelegene Gegenden und Gebirgsketten, und trennen so theils in großen Fragmenten, theils in kleineren abgelösten Stückchen einen Theil des Gesteins von seiner Masse. Diese würden aber an den Punkten bleiben, wo sie abgelöst wurden, wenn sie nicht der Wirkung des

bewegten Wassers unterworfen wären. Durch das Schmelzen des Schnees und durch Regengüsse wird eine bedeutende Wassermenge erzeugt, Ströme von größerer oder geringerer Breite fließen an den Abhängen der Gebirge herunter, vereinigen sich bei dieser Gelegenheit und bilden Sturzbäche von ungeheurer Gewalt. Die lockern und abgelösten Bruchstücke werden so von den Gebirgen herab in die Thäler oder vielmehr in die Flüsse geführt, die aus den Sturzbächen entspringen. Aber die Masse vermehrt sich in jedem Augenblick, denn nicht nur trägt jeder Nebenfluß etwas dazu bei, sondern das Wasser wirkt auch beständig auf die Ufer des Kanals, den es sich gebrochen hat, und dehnt seinen Einfluß bis in das Land hinein aus. Häufig schaffen die Flüsse sich neue Bette, indem sie sich allmählig einen Lauf durch Gegenden bahnen, wo ihr Wasser eine ebenmäßigere Vertheilung findet. Wir müssen daher in den Flußbetten und in den Bassins, nach welchen sie fließen, nach diesen abgeriebenen Theilen suchen. Seen, welche Flußwasser in sich aufnehmen, nehmen in Folge der durch jene mitgeführten erdigten Materien beinahe alle an Tiefe ab, und wenn man das Meer untersuchte, so würde man ungeheure Thon- und Sandbänke in demselben entdecken. Höbe nun eine vulkanische Macht von einer Stärke wie ehedem diese Ablagerungen herauf, so würde sie in wenigen Jahren eine Erscheinung zeigen, die in jeder Hinsicht denjenigen ähnlich wäre, welche wir an dem jetzigen Festlande wahrnehmen. Wenn wir aber auch annehmen, daß eine solche Kraft nie mehr auf die Erdrinde wirken könne, so muß die allmählige Ansammlung dieser Ablagerungen endlich doch in der Art einen Einfluß auf die Vertheilung von Land und Wasser bekommen, daß der Ocean bis zu Gegenden vorrückt, die einst ferne von ihm gewesen waren, und daß die Bänke und Untiefen des Oceans als Inseln erscheinen. Daraus ergibt sich, daß das Verhältniß zwischen Wasser und Land kein unabänderliches ist. Die gegenwärtige Vertheilung ging aus der vereinigten Wirkung von Ursachen hervor, die seit Anfang thätig gewesen waren; allein sie ändert sich beständig, wenn auch so langsam, daß sehr oft in einem ganzen Menschenleben keine Wirkung hervorgebracht wird, die groß genug wäre, um von einem fleißigen Beobachter entdeckt werden zu können. Es kommen jedoch auch Ursachen in's Spiel, deren Aufgabe es ist, die Zerstörung des Gesteins zu hemmen, besonders aber eine zufällige Vertheilung der durch den Proceß der Wiederbildung entstandenen Massen zu hindern. Wir haben in der That Grund zu glauben, daß, wie schnell auch die Auflösung vor sich gehen mag, doch die Lage der Massen in Bezug auf die Erdkugel selbst keine große Veränderung erleiden kann, obwohl die Materialien neue Verbindungen eingehen, oder zu Theilen anderer Massen von geringeren oder größeren Dimensionen werden mögen.

Wir können nun zu einer etwas genaueren Prüfung derjenigen Charakterzüge übergehen, welche die gegenwärtige Vertheilung von Wasser und Land bezeichnen. Der größere Theil des Landes zerfällt in zwei Massen von beträchtlicher Ausdehnung, welche Continente heißen und durch Becken oder Thäler, die mit Wasser gefüllt sind und Meere genannt werden, von einander getrennt sind. Da und dort findet man kleinere, abgerissene Stücke Landes, die eine größere oder geringere Erhebung über den Meeresspiegel haben und Inseln genannt werden. Ebenso gibt es auch an einigen Punkten kleine Wasserkörper, die von Land eingeschlossen sind und Seen heißen. Einige Geographen haben Australien als Continent behandelt, während andere es unter die Inseln rechneten. Wenn Größe das unterscheidende Merkmal zwischen Continenten und Inseln abgibt, so ist schwer zu sagen, ob es zu den erstern oder zu den letztern gerechnet werden müsse, denn es kann mit gleichem Recht für den kleinsten Continent wie für die größte Insel gelten. Wegen seiner sichtbaren Verbindung mit den Inseln, die es umgeben, könnte das australische Festland unserer Ansicht nach unter der Gruppe aufgeführt werden, die zusammen einen Archipelagus, ein Inselmeer oder eine Inselgruppe, bilden.

Wenn die Umrisse der Continente und Inseln vollkommen geradlinig wären, so würde die topische Geographie nur weniger weiterer Unterscheidungswörter bedürfen. Allein jenes ist nicht der Fall, sondern das Land überall mehr oder weniger ausgezackt, und die dadurch gebildeten Einschnitte sind entweder immer oder von Zeit zu Zeit mit Wasser ausgefüllt. Wenn sich der Ocean in bedeutendem Maaße bis in das Innere einer Insel oder eines Continents erstreckt und im Verhältniß zu andern, im Innern liegenden Wasserkörpern eine bedeutende Ausdehnung zeigt, so wird er ein Binnenmeer genannt; in diese Klasse gehören das adriatische, das weiße und das mittelländische Meer. Ist der Umfang eines von Land umschlossenen Wasserkörpers geringer, die Oeffnung, die ihn mit dem Ocean verbindet, aber weiter, so wird er nach seiner Größe Golf, Meerbusen, Bucht oder Bai genannt; ist er aber noch kleiner und beinahe ganz vom Lande umschlossen, so heißt er je nach seiner Ausdehnung Hafen, Bucht, Meerenge, Straße, Sund, Kanal. Diese Namen hängen natürlich vom Verhältniß der Wassermassen zu einander ab, weßhalb auch die Definition sehr unbestimmt erscheinen mag; es dürfte jedoch schwierig seyn, sie noch genauer zu bezeichnen. Auch scheinen diese Benennungen im Allgemeinen ihren Zwecken in der Praxis zu entsprechen. Dieselbe Bemerkung gilt auch auf die kleinen Landtheile, die sich aus dem Ocean erheben. Eine Halbinsel ist ein Stück Landes, das in die See hinaus reicht, aber noch durch einen schmalen Streifen mit dem Festland

verbunden ist. Die kleineren Vorsprünge werden, je nach ihrer Größe, **Vorgebirge** oder **Spitzen** genannt.

Die Oberfläche des Landes zeigt sowohl hinsichtlich ihrer Erhebung, als ihrer horizontalen Form, mancherlei Verschiedenheiten, woraus sich die Nothwendigkeit einer genauen Terminologie für dieselben ergibt. Wir haben daher Berge, Hügel, Ebenen und Thäler, durch welche Ausdrücke wir die verschiedenen Erhebungen der festen Bestandtheile der Erdoberfläche bezeichnen. Auch für die verschiedenen Verhältnisse, unter denen das Wasser erscheint, gibt es besondere Ausdrücke, als: Quellen, Flüsse, Wasserfälle, Seen.

Festlande (Continente).

Das alte Festland oder die alte Welt, wie sie gewöhnlich genannt wird, umfaßt die drei Hauptabtheilungen: Europa, Asien und Afrika, und zeigt eine Hauptrichtung von Südwest nach Nordost, die jedoch, Afrika ausgenommen, dem Aequator beinahe parallel ist. Die neue Welt, die in der westlichen Halbkugel liegt und Nord- und Südamerika umfaßt, hält eine beinahe gerade von Norden nach Süden gehende Richtung ein. Die längste Linie, welche sich über die alte Welt ziehen läßt, würde an der Westküste von Afrika bei Cap Verde beginnen und an der Küste der Behringsstraße an der Nordostküste von Asien endigen, und so etwa 3000 deutsche Meilen messen. Eine ähnliche Linie, über die neue Welt gezogen, würde von der Feuerlandsstraße bis nach der nördlichsten Küste von Nordamerika gehen und etwa 2200 Meilen einnehmen.

Die Festlande zeigen mehrere gemeinschaftliche Charakterzüge, was darauf hinzudeuten scheint, daß irgend eine universelle Kraft zur Zeit ihrer Bildung thätig gewesen sey. Alle Halbinseln, mit der alleinigen Ausnahme von zweien, deren jede in einem andern Welttheil liegt, haben eine Richtung nach Süden, und jede derselben ist an ihrer Spitze von Inseln begleitet. Jene beiden Ausnahmen sind die Halbinseln Yucatan in Mexiko, und Jütland im nordwestlichen Europa. Auch zwischen den zwei großen Hauptabtheilungen findet sich, was die Verbindung der Festlande untereinander und die Art und Weise dieser betrifft, eine Aehnlichkeit vor. Nord- und Südamerika, die die neue Welt bilden, sind durch die Landenge von Darien miteinander verbunden. Die alte Welt läßt sich ebenfalls in zwei Theile zerlegen, wovon der westliche Europa und Afrika, der östliche Asien und Australien umschließt. Die ersteren sind durch die Landenge von Suez, die letztern durch die Inseln Java und Sumatra, die nebst andern Inseln gleichsam ebenfalls eine nur kurz durchbrochene Landenge bilden, miteinander verbunden. Hierin sehen wir nun eine große Aehnlichkeit zwischen

der alten und der neuen Welt; es gibt jedoch viele Punkte, wo sie sich von einander unterscheiden; besonders ist dieß in der Gestaltung ihrer Küsten der Fall. Die Küsten der alten Welt sind mit Ausnahme von Afrika, das merkwürdig geradlinig ist, oft und viel eingeschnitten, und Golfe, Buchten und Binnenmeere verleihen jedem Ufer einen bestimmten Charakter. An der Westseite der neuen Welt dagegen ist nur ein bedeutender Einschnitt: der Golf von Carpentaria.

Berge und Gebirge.

Die Erhebungen auf der Erdoberfläche sind entweder Berge oder Hügel. Der Unterschied zwischen diesen beiden ist nicht so genau bestimmt, als man wünschen könnte; denn wenn wir eine Erklärung darüber geben sollten, was man unter einem Hügel verstehe, so könnten wir etwa nur sagen: eine Erhöhung, die kleiner sey, als ein Berg. Es gibt in der That kein Höhenmaaß, wo der Hügel aufhörte und zum Berg würde. Die Benennungen sind relativ, und jeder Beobachter muß selbst entscheiden, ob er sich der einen oder der andern bedienen kann. Dagegen läßt sich ein bestimmter Unterschied zwischen einem Plateau und einem Berge angeben. Ein Plateau ist eine Hochebene, und liegt gewöhnlich in der Mitte eines Festlandes oder einer Insel. In Südamerika sind diese Ebenen sehr zahlreich und von beträchtlicher Höhe; allein da sie oft ganz flach sind, so haben die Bewohner nicht die geringste Idee von ihrer Höhe. Die Ebene, welche den Berg Antisana umgibt, hat einen Umfang von 12 Stunden und liegt 13,451 Fuß über dem Niveau des Meeres.

Die Berge zeigen eine große Formverschiedenheit. Einige steigen kühn und schroff in die Lüfte, und zeigen steile Vorsprünge und tiefe Abgründe, was ihnen ein höchst romantisches Aussehen gibt; andere zeichnen sich durch die Anmuth und Weichheit ihrer Umrisse aus. Die Einen erscheinen gleichsam durch die Aufhäufung ungeheurer Krystallmassen in wirrer Reihenfolge übereinander gebildet, die Andern wie durch einen Auswurf vulkanischen Gesteins in flüssigem Zustand erzeugt. Diese und andere Gestaltungen lassen sich aus der Thätigkeit geologischer Ursachen erklären. Berge aus Granit sind gewöhnlich steil, schroff und zerklüftet; solche aus Gneiß sind mehr hervorragend, aber weniger abschüssig. Einige der höchsten Punkte in der neuen Welt bestehen aus altem vulkanischem Gestein. Der Chimborasso und der Antisana sind an der Spitze mit ungeheuren Porphyrmassen bedeckt, die höchsten Berge der alten Welt dagegen aus Granit gebildet. Der in der Prüfung des Urgesteins leidlich geübte Geologe wird das Vorwalten einer besonderen Gebirgsart oft schon an der äußern Erscheinung der Gegend erkennen, gerade wie ein weniger er=

fahrener Beobachter aus der Gestalt gewisser Hügel schon von ferne schließen würde, daß er sich einer Kreidegegend nähere.

Die Gebirge haben gewöhnlich auf der einen Seite einen stärkeren Fall als auf der andern, und im Allgemeinen ist der dem Meere oder einem benachbarten Thalbecken zugekehrte Abhang der steilere. Die Alpen



Die Alpen bei Verstein.

haben auf der Seite gegen Italien einen weit jäheren Fall, als gegen die Schweiz hin. Der Himalaya ist an der Südwestseite am steilsten, der Elbrus an der dem kaspischen Meer zugekehrten Seite. Das Taurusgebirge in Armenien hat seinen stärksten Fall an der Nordostseite. Fast jeder Berg von beträchtlicher Erhebung wird dieselbe Erscheinung zeigen. Es ist auch bemerkenswerth, daß die Gebirge gewöhnlich im Binnenlande am höchsten sind, und desto kleiner werden, je mehr sie sich dem Meere nähern. Es gibt jedoch Ausnahmen hievon, und wir finden eine sehr merkwürdige in den Gebirgen von Spanien, die in der Nähe des biscayischen Meerbusens höher werden, so daß der Seehafen von Bilbao ganz von Gebirgen umgeben ist.

Eine Reihe von Bergen, die denselben Grundstock haben, wird eine Gebirgskette genannt. So sprechen wir von der Kette des Ural, des Kaukasus, der Alpen. Wenn aber diese Ketten miteinander verbunden sind, so heißen sie Gebirgssysteme. Die amerikanischen Gebirge z. B. werden gewöhnlich das Gebirgssystem der Anden genannt. Einige Berge stehen auch vereinzelt da; so manche in China und Island, auch der

Felsen von Gibraltar. Die Benennungen der verschiedenen Erscheinungen von Land und Wasser haben in der Wissenschaft nicht immer den beschränkten Sinn, der ihnen im gewöhnlichen Leben beigelegt wird, und verleiten daher den Studirenden manchmal zu Irrthümern. Eine Gebirgskette ist nicht nothwendig eine Reihe von Erhebungen, die in derselben Linie liegen; einige Gebirgsketten sind allerdings so gestaltet, wie die Cordilleras des Andes. Allein der Ausdruck wird auch auf eine Menge Gebirge angewendet, die von einem gemeinschaftlichen Mittelpunkt nach verschiedenen Richtungen ausgehen, oder auch auf die untergeordneteren Reihen, die oft in großer Anzahl von einem erhabenen Centralpunkte auszweigen.

Wir wollen nun unsere Bemerkungen über die Gebirge mit einem kurzen und allgemeinen Umriß der wichtigen Entdeckungen schließen, die Elié de Beaumont gemacht hat. Im letzten Kapitel versuchten wir die Art und Weise zu erklären, wie die Geologen das Alter der Gebirgsarten, und die Perioden, wann sie gebildet wurden, bestimmen; de Beaumont hat sich dieser Mittel bedient, um die Perioden zu entdecken, in welchen die verschiedenen Gebirge selbst gebildet wurden, und aus seinen Beobachtungen einige Grundsätze abgeleitet, welche die genaueste Prüfung der Geographen und Geologen verdienen. Es dürfte eine beträchtliche Zeit erfordern, zu bestimmen, in welcher Ausdehnung wir einige seiner Folgerungen annehmen könnten; allein einige andere seiner Sätze sind eines eben so strengen Beweises fähig, wie manche erwiesene geologische Grundsätze. Sämmtliche theoretische Ansichten des de Beaumont beschränken sich auf vier Sätze, welche von Einigen für sehr hypothetisch angesehen werden; sind sie dieß aber auch, so werden sie doch von weit stärkeren Beweisgründen unterstützt, als manche derartige Theorieen.

1) Von der frühesten geologischen Zeit an gab es lange Perioden einer verhältnißmäßigen Ruhe, während welcher sich Gebirgsarten auf nassem Wege in derselben Weise bildeten, wie noch heutzutage.

2) Diese Perioden wurden durch einzelne zeitweilig eintretende, heftige Paroxysmen unterbrochen, während welcher sich Gebirge erhoben.

3) Sämmtliche in demselben Zeitraume gebildeten Gebirge haben — gleichviel, welchem Theil der Erde sie angehören mögen — dieselbe Richtung, das heißt sie sind stets innerhalb einiger Grade des Kompasses miteinander parallel.

4) Gebirgsketten, die zu verschiedenen Zeiten entstanden, haben auch verschiedene Richtungen.

Es gibt heutzutage kaum noch einen Geologen, der den ersten Satz zu läugnen wagte: daß nämlich die neptunischen Gebirgsarten der Erde

aus Ursachen entstanden seyen, denjenigen ähnlich, welche noch gegenwärtig die Bildung gleicher Ablagerungen bewirken. Hinsichtlich des zweiten Satzes ist man nicht so einstimmig, sondern behauptet vielmehr, es habe keine solche paroxysmischen Zwischenräume gegeben, die Schichten seyen vielmehr von Zeit zu Zeit durch Kräfte gestört worden, die der vulkanischen Kraft unserer Tage ziemlich gleich gewesen seyen, und eine Reihe solcher habe die Gebirge hervorgebracht.

Nachdem wir so die Erscheinung und den Ursprung der Gebirge auseinander gesetzt haben, so müßten wir jetzt auf die wahrscheinliche Bildung der Thäler übergehen, wenn wir nicht bereits einige Bemerkungen über diesen Gegenstand gemacht hätten. Die Thäler sind auf zwei Wegen entstanden, entweder durch Erhebung oder durch Auswaschung; die ersteren sind im Allgemeinen die tieferen und steileren. Die Räume, welche der Ocean einnimmt, sind eigentlich ebenfalls Thäler, und die Festlande nur ungeheure Gebirgsketten. Das Meer hat jedoch nicht überall dieselbe Tiefe, sondern sein Becken zeigt ganz dieselben Erhebungen und Senkungen, wie das trockene Land.

Die Thäler, welche hohe Gebirge trennen, sind gewöhnlich lang und enge, weßhalb man sie auch Längenthäler nennt. Ihre aus- und einspringenden Winkel sind häufig so regelmäßig gebildet, daß die Seiten mit einander correspondiren würden, wenn man sie zusammen brächte. Beispiele hievon findet man sowohl in den Alpen, als in den Pyrenäen.

Höhlen und Grotten.

Im strengsten Gegensatz zu den Gebirgen stehen die Höhlen, Grotten und Spalten, welche man in jenen häufig trifft, und deren Ursprung sich so schwer erklären läßt. Höhlen im Flachlande sind äußerst selten, eine der merkwürdigsten ist die sogenannte Krokodilhöhle bei Manfaluh in Oberegypten *), eine Reihe kuppelartiger, durch enge Gänge verbundener Kammern von Tropfstein. Im Kalkstein sind überhaupt die Höhlen am häufigsten, und deßhalb ist es noch immer nicht entschieden, ob sie durch Auswaschung, durch vulkanische, plutonische oder neptunische Einflüsse entstanden sind. Meist bestehen sie aus mehreren aneinander gereihten Höhlen, Gängen und Grotten, gehen oft auf beiden Seiten zu Tage, und enthalten (besonders die Höhlen des Kalkgebirges) unterirdische Gewässer. In vielen von ihnen entspringen Flüsse, in manchen wirkt das Brüllen und Tosen der unterirdischen Ströme grausenerregend; so in einigen Höh-

---

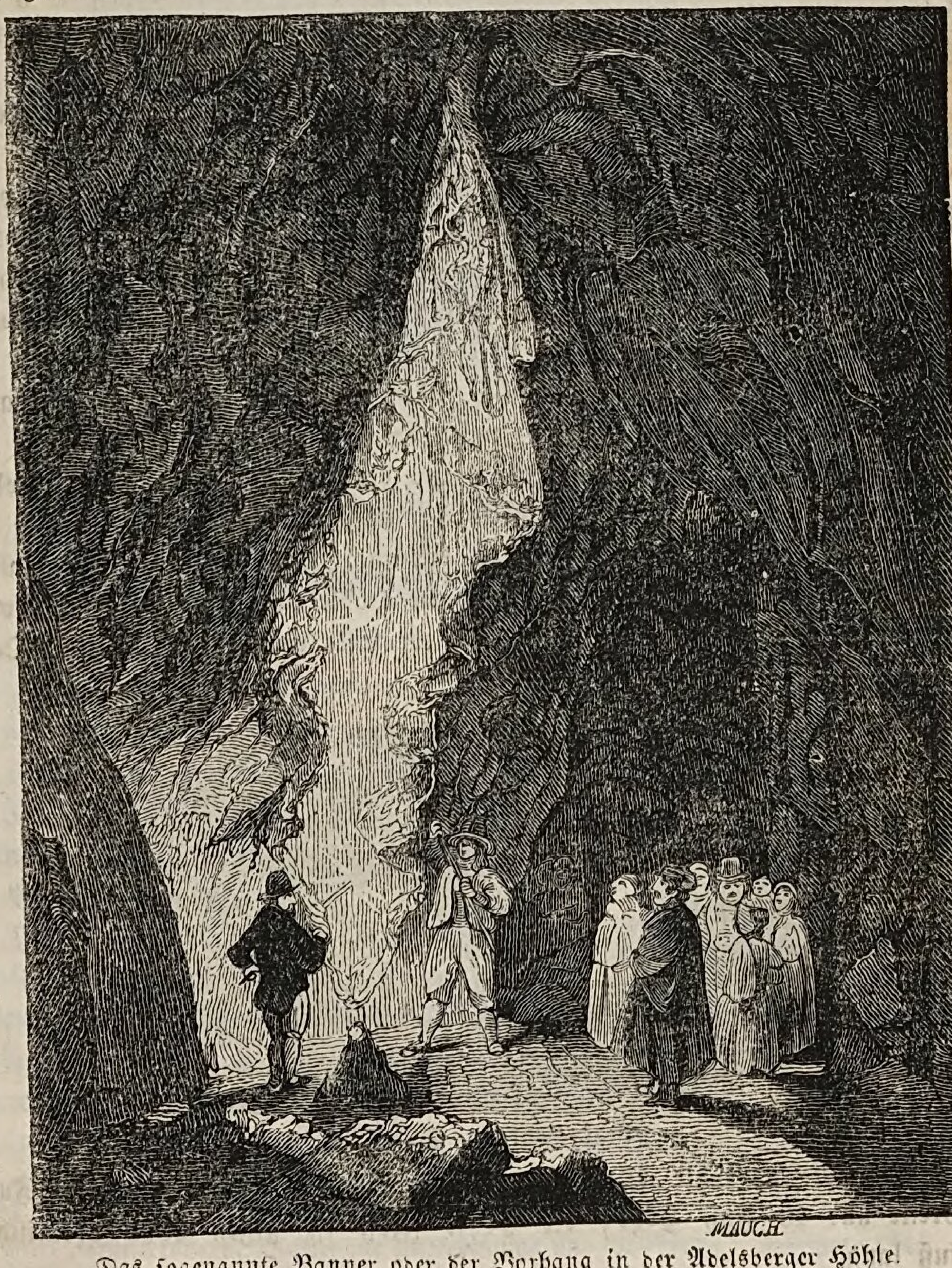
*) Die Beschreibung derselben konnte aus Mangel an Raum hier nicht gegeben werden; sie ist jedoch in der Zeitschrift „Erheiterungen" 1847. Seite 273. zu finden.

len Norwegens und in der Adelsberger Höhle, von welcher unten weiter die Rede seyn wird. — Eingänge, Entstehung, Länge, Größe und Eintheilung dieser Höhlen sind sehr verschieden, besonders je nach Beschaffenheit der Gebirgsart, in welcher sie sich befinden. Im Urgebirge findet man gar keine Höhlen; die Grotten in vulkanischem Gestein, z. B. in Laven und Trachyten, wie in Peru und Quito, sind Blasenräume, entstanden durch die Entwicklung von Dämpfen in dem noch flüssigen Gestein. Die Längenausdehnung wechselt von 25 Fuß bis zu mehreren Meilen; die Tiefe von wenigen Fuß bis zu 200 Ellen. Einige Höhlen stellen natürliche Hallen, tempelartige Gewölbe, Dome, Kugeln dar, andere gleichen nur tiefen Rissen oder Spalten; manche durchziehen als natürliche Stollen ganze Berge; die auf beiden Seiten zu Tage gehenden nennt man Felsenthore, z. B. das Prebischthor, der Kuhstall in der sächsischen Schweiz. Die schönsten Höhlen sind die Tropfsteinhöhlen, deren bizarre, oft überaus zierliche Stalaktitengebilde durch mechanischen Niederschlag aus dem Kalkwasser entstehen, welches in diese Höhlen hinabsickert. Viele dieser Höhlen weisen Knochenreste von vorweltlichen Thieren auf.

Manche Höhlen liegen so hoch, daß in ihnen auch im höchsten Sommer das Eis nicht schmilzt, die sogenannten Eishöhlen oder Eisgrotten, welche sich gewöhnlich allmählig ganz mit Eis füllen, das tief in's Gebirge hineinreicht; man trifft ihrer mehrere im Jura, in den Alpen, Apenninen u. s. f. — Höhlen, welche mephitische Dünste ausstoßen, sind die Hundsgrotte bei Neapel, die Höhle von Ribar in Ungarn, und noch andere am Laachersee, in der Eiffel, bei Pyrmont u. s. w. — Die Höhlen, welche kalten Wind aushauchen, heißt man in Italien, wo sie vorzugsweise vorkommen, Ventarole, Windhöhlen, so z. B. die am Monte Colo bei Turin, am Monte Testacio bei Rom u. s. w. — In einer sehr interessanten Höhle, bei Szelicze in Ungarn, gefriert im Sommer das herabträufelnde Wasser zu kolossalen Eiszapfen, welche hinwiederum im Winter schmelzen, wo dann die Wärme viele Thiere in die Höhle lockt; aus den großen und tiefen Räumen dieser Höhle dringt im Sommer ganz kalte, im Winter warme Luft. — Manche Höhlen sind von den Meeresfluthen ausgewühlt, so z. B. die Fingalshöhle auf der Insel Staffa (siehe S. 233) und die von einem Berliner Maler beim Baden im Meere entdeckte blaue Grotte am Meerbusen von Neapel, in deren Innerem ein magisches, azurblaues Licht durch Zusammenwirkung der Beleuchtung von Meereswasser und gedämpfter Tageshelle herrscht.

Mitteleuropa und besonders Deutschland sind sehr reich an Höhlen, von welchen wir nur einige der merkwürdigsten nennen wollen. Die Baumanns- und die Bielshöhle im Harze, beide reich an Stalaktiten, die

erste auch an Versteinerungen; die Scharzfelderhöhle, ebenfalls im Harze; die Kluthert- und die Prinzenhöhle in der Grafschaft Mark; die Höhlen in Franken und im Bayreuthischen, die Muggendorfer, Gailenreuther, Rabensteiner Höhle, das Kuhloch u. s. w.; die Höhlen der schwäbischen Alb, die von Arlesheim in der Nähe von Basel; die von Motier im Jura u. s. w. Weitaus die größte und interessanteste der deutschen Höhlen ist aber die bei Adelsberg oder Adlersberg in Krain, in der Nähe von Triest; sie ist mehrere Stunden lang, besteht aus einer langen Reihenfolge von Kammern, Gängen, Hallen u. s. f., von welchen die Mehrzahl



Das sogenannte Banner oder der Vorhang in der Adelsberger Höhle.

noch nicht einmal untersucht sind, und ist schon seit frühester Zeit bekannt. Neben einer Unzahl der herrlichsten Tropfsteinbildungen, unter denen die auf vorstehendem Bilde gegebene eine der schönsten ist, enthält diese Höhle einige fürchterliche Abgründe und einen unterirdischen See, ferner mehrere natürliche Brücken über tiefe Schluchten und über den Fluß Piuka, der sich in ihr verliert, und später nach einem Lauf von mehreren Stunden erst als Planina, dann als Laibach wieder an's Licht tritt. Eine nähere Beschreibung dieser Höhle aus eigener Anschauung vom Verfasser mußte hier aus Raumersparniß wegbleiben, ist aber in der bekannten Zeitschrift „Erheiterungen, Blätter für Unterhaltung und Belehrung," Jahrgang 1847. Seite 196 ffg. zu finden.

Unter den übrigen Höhlen Europa's sind zu nennen als besonders merkwürdig:

In Frankreich: Die Knochenhöhlen von Bize, Lunel-Vieil, von Fauzan, von Avison, von Pondres, von Souvignargues, von Miremont, Argaut, Oiselles, Echenoz; Tropfsteinhöhlen, wie die Grotte des Demoiselles bei Ganges in den Cevennen, die Grotte de Notre-Dame de Balme in der Dauphiné u. s. w.

In England: Die schon (S. 258) erwähnte Höhle von Kirkdale, die Höhle von Kirby-Moorside (nahe bei jener), die Castletonhöhle in Derbyshire, mit einem See und Bach, die Höhlen von Eldon, Pools, Ochey, Wockey; die Höhle von Kilkorney in Irland, die Oelsteenhöhle in Hervoe, welche tief unter das Meer, bis nach Schottland hinreichen soll; die aus Walter Scott's Roman bekannte Höhle Peveril's vom Gipfel; Peak Cavern in Schottland, in welcher ebenfalls ein Fluß entspringt. Den



Peak-Höhle in Schottland.

Eingang dieser Höhle bildet ein weitgesprengter Bogen von 120 Fuß Breite und 40 Fuß Höhe; die Höhle selbst ist gegen 2800 rheinische Fuß lang.

Ferner einige Höhlen in Portugal und Spanien, z. B. die Höhle im Berge Cintro in Estremadura, die Höhle Piscabara in der Nähe von Orsowa im Banat, welche die Donau beherrscht und zweimal, 1692 und 1788, gegen die Türken militärisch vertheidigt wurde.

Wegen ihrer schönen Stalaktiten berühmt ist die Grotte auf der Insel Antiparos im griechischen Archipel: sie ist 80 Fuß hoch, 1300 Fuß lang und 100 Fuß breit und mit einer Gattung Tropfstein überkleidet, welcher den Glanz und die Durchsichtigkeit des Krystalls hat. Die Stalaktiten,



Das sogenannte Kreuz in der Höhle von Antiparos.

von den verschiedensten Gestalten, sind manchmal 20 bis 30 Fuß lang und sehr hart, so daß einige von ihnen wie Glasstäbe klingen.

Nicht minder merkwürdig ist auch die Tropfsteinhöhle Surthellir auf der Insel Island, wovon die deutsche Reisende Ida Pfeiffer vor Kurzem in einer Zeitschrift (Erheiterungen 1846. Seite 749) eine äußerst graphische Beschreibung gab.

Unter den Höhlen der neuen Welt sind die interessantesten die sogenannte Mammuthhöhle in Kentucky in Nord-*) und die Höhle von Caripe (la Cueva di Guacharo) bei Macarapana in Südamerika, welche der berühmte Alexander v. Humboldt besuchte und beschrieb. In dieser letzteren Höhle leben Tausende von Nachtvögeln von der Größe eines Huhns, Guacharos genannt, welche der Höhle den Namen gaben; ihr Ge-

*) Eine höchst belehrende und spannende Schilderung hievon findet sich in der Zeitschrift „Erheiterungen, Blätter für Unterhaltung und Belehrung," Jahrgang 1844, Seite 257.

schrei, das die fernen, finstern Tiefen der Höhle erfüllt, ist so widerwärtig, daß es mit keinem bekannten Laute zu vergleichen ist. — Die Mammuthhöhle gehört zugleich zu den größten Höhlen, die wir kennen; die Dimensionen ihrer unterirdischen Räume voll Flüssen und Seen grenzen an das Fabelhafte, und ziehen Tausende von Neugierigen dorthin. Ebenfalls sehr interessante Höhlen finden sich auch in Mexico und Centralamerika, besonders in Yucatan, wovon unten mehr.

Auch auf künstlichem Wege, d. h. durch Ausgrabungen des Menschen, sind sehr große Höhlen entstanden; so z. B. die Höhlentempel auf der Insel Elephanta bei Bombay und in andern Gegenden Indiens, das Salzbergwerk Wieliczka in Polen, die Kohlengruben von Newcastle on Tyne im nördlichen England, die Steinbrüche im Montmartre bei Paris, die Räume im Stahlberge bei Siegen, die Höhlen im Petersberge bei Maestricht, die Katakomben bei Rom, Neapel u. s. w.

Bevor wir zu der Schilderung der Quellen ꝛc. übergehen, wollen wir hier noch einer naturhistorischen Merkwürdigkeit erwähnen, welche gewissermaßen den Uebergang von den Höhlen auf die Quellen vermittelt; dieß sind die Höhlenbrunnen in Yucatan in Centralamerika. Dieses Land, dessen Tempelreste und Städteruinen auf einen, einst sehr hohen Culturgrad und eine zahlreiche Bevölkerung schließen lassen, leidet an einem der ersten Lebensbedürfnisse, dem Wasser, den empfindlichsten Mangel. Zur Zeit seiner einstigen Blüthe waren Wasserleitungen und Brunnen, Cisternen und Eindämmungen von Kanälen vorhanden, um dieses unentbehrliche Element herbeizuschaffen; die Trümmer davon findet man noch heute allenthalben. Gegenwärtig aber müßten in der heißen Jahreszeit neun Zehntheile der jetzt ziemlich tief gesunkenen Einwohner verschmachten, hätte nicht die Natur tief im Schooße der Erde ihnen reiche, obwohl mühsam auszubeutende Hülfsquellen erschlossen. Im Grobkalkstein verschiedener Distrikte finden sich nämlich tiefe, vielverzweigte Höhlen, an deren Sohle das klarste, kühlste Wasser theils aus tieferen Schichten lustig hervorquillt, theils in natürlichen Becken sich ansammelt. Die Einwohner von Telchaquillo, Bolonchen, Chaca, Jacal und anderen Orten müssen auf Leitern durch künstliche und natürliche Schachte zu diesen Quellen hinabsteigen und ihren Bedarf aus einer Tiefe von mehr als tausend Fuß und einer Gesammtentfernung von fast einer halben deutschen Meile heraufholen. Eine sehr lebendige Schilderung dieser unterirdischen Brunnen, um welche sich die verschiedenen Ortschaften gebildet haben, hat der neuere englische Reisende Stephens geliefert. Sie ist in einem der ersten Hefte der schon mehrerwähnten Zeitschrift „Erheiterungen" von 1847 abgedruckt.

Quellen.

Fast überall findet man Quellen. Häufig entstehen aus ihnen Flüsse und Seen. Keine Art von natürlichen Erscheinungen bietet mannigfaltigere und interessantere Phänomene dar, und wenige verdienen die Aufmerksamkeit der Geographen in höherem Grade. Quellen, die beständig und ohne sichtliche Verminderung ihrer Quantität fließen, werden „ewige" genannt; andere, welche zeitweise aussetzen, heißen „periodische." Intermittirende Quellen sind solche, welche in gewissen Zwischenräumen zum Vorschein kommen, wie die zu Como in Oberitalien, die schon Plinius beschrieben, welche alle Stunde anschwillt und wieder abnimmt; ferner die zu Colmars in der Provence, die achtmal in der Stunde steigt. Es gibt auch natürliche Springbrunnen, wie in Island, die sich zu einer sehr großen Höhe erheben. Dieses Phänomen wird wahrscheinlich durch den Fall oder Druck des Wassers hervorgebracht, welches sich in einer beträchtlichen Höhe über der Ausfluß-Oeffnung der Quelle angesammelt hat. Viele Quellen stehen ohne Zweifel mit den Meeren in Verbindung, denn sie steigen und fallen mit ihm, wie z. B. alle Quellen Grönlands.

Keine Theorie reicht aus, um all die einzelnen Erscheinungen zu erklären, die man an Quellen wahrnimmt, aber aller Wahrscheinlichkeit nach ist irgend eine Ursache thätiger, als die andere, und kann als das Hauptagens gelten, dessen Resultate die andern modificiren. Einige Schriftsteller waren der Ansicht, die Quellen entstünden aus dem durch unterirdische Kanäle vermittelten Uebergang des Meerwassers in höhere, natürliche Aufnahmsbehälter. Da aber das Wasser nicht über sein Niveau heraufsteigen kann, so lassen sich durch diese Theorie diejenigen Quellen nicht erklären, welche über dem Meeresspiegel liegen. Man hat daher die Lehre von der Anziehungskraft der Haarröhrchen zur Unterstützung dieser Theorie beigezogen. Es ist nämlich bekannt, daß das Wasser in engen Röhren bis zu einer beträchtlichen Höhe über sein gewöhnliches Niveau steigt, und man hat die Vermuthung ausgesprochen, daß ähnliche Formen im Innern der Erde existiren und daß das Wasser auf diese Weise über sein Niveau erhoben worden sey. Allein diese Theorie kann hier nichts nützen, indem eine Flüssigkeit zwar allerdings in einem Haarröhrchen über ihr gewöhnliches Niveau hinaufgetrieben werden, aber nicht daraus wie eine Quelle entspringen kann. Es unterliegt keinem Zweifel, daß viele Quellen ihre Behälter in einer unermeßlichen Tiefe unter der Oberfläche des Ortes haben, wo das Wasser erscheint, und es ist mehr als wahrscheinlich, daß das Wasser durch den Druck zusammengepreßter Dämpfe, welche, nach Ausdehnung kämpfend, es durch die mit seinen Behältern in Verbindung stehenden Ritzen treiben, emporgetrieben wird. Dr. Hutton erklärt die

Quellen aus dem Durchsickern des Wassers durch das Gestein in natürliche Cisternen, aus denen es unter einem Niveau, das niederer stünde als das seines Sammelplatzes, abflöße. In Gebirgsgegenden gibt es viele ewige Quellen, die sich vielleicht nach keiner andern Theorie, als dieser letztern, erklären lassen. Der Fall des Regens und das Schmelzen des Schnees auf den Gipfeln der Berge erzeugt eine bedeutende Wassermasse, von der ein Theil die Schichten durchdringt und an irgend einem niederen Punkte durch eine Ritze oder in der Linie der Schichtung wieder an die Oberfläche gelangt.

Das oben erwähnte Intermittiren der Quellen, d. h. ihr Ausbleiben und Wiederfließen in bestimmten Perioden, sucht man sich aus unterirdischen Höhlen zu erklären, welche sich abwechselnd mit Wasser füllen und durch verborgene Heber wieder entleeren, aus der Ebbe und Fluth des Meeres, mit welchem manche Quellen in Verbindung stehen mögen, und endlich aus dem verschiedenen Luftdruck in den, Wasser enthaltenden Höhlen, der sich stets nach Maaßgabe der äußeren Temperatur verändern muß. So kann man sich z. B. die sogenannten Maibrunnen erklären, welche in manchen Gebirgsgegenden zuweilen im Frühjahre und bis in den Sommer hinein fließen. Außer der schon erwähnten Quelle von Como gehört zu den regelmäßig intermittirenden Quellen der Bullerborn im Paderborn'schen, die Quelle bei Wallmoden im Hildesheim'schen, eine ähnliche bei Ruhla in der Nähe von Eisenach, und der Engstlerbrunn im Engstlerthal des Berner Oberlandes, der nur im hohen Sommer und auch dann nur bei Tage fließt, wo die Sonnenhitze das Eis und den Schnee des Hochgebirges schmilzt, und andere mehr, worunter die berühmte Fontaine ronde bei Pontarlier am Fuße des französischen Jura.

Gletscher.

Der Schnee, der auf die Gipfel der Berge fällt, sammelt sich dort rasch an und verwandelt sich dann vermöge seines eigenen Gewichtes mit Beihülfe von Thau und Frost in Massen von großer Dicke. Solche Massen nennt man Gletscher. Sie werden auf den obern Theilen und zwischen den Spitzen aller hohen Gebirge gefunden. Die äußere Erscheinung eines Gletschers hängt von den Umständen ab, unter denen er sich gebildet hat. Wenn man sich den Ocean von einem sanften Winde bewegt und dann erstarrt, oder wenn man sich einen ungeheuren Eisspiegel zu denken im Stande wäre, so möchte sich der Leser eine Idee von den Formen machen können, unter denen sich ein Gletscher dem Auge des Wanderers darbietet. Doch kann nur der Anblick selbst ihm einen richtigen Begriff von der wunderbaren Scene, von dem Erstaunen oder gar Schrecken beibringen



Gletscher.

S. 333.

den diese Erscheinung in demjenigen hervorruft, der sie zum ersten Mal sieht. Wenn der Reisende über diesen mächtigen gefrorenen Ocean schreitet, so mag es ihm seyn, als ob er die Wellen unter seinen Füßen schwellen fühlte. Er steht in einer neuen Welt; neue Bilder umgeben ihn; kein lebendes Wesen weit und breit; kein Ton, als seine eigene, durch die Höhe geschwächte Stimme und der Schall des Eises, das in Stücken den jähen Abgrund hinabstürzt; keine Blume, kein Baum, als die einsame Tanne, die übrig gelassen zu seyn scheint, um über dem Grab der Natur zu trauern! Aber auch diese öde Region erfüllt einen Zweck in der Oekonomie der Natur, denn sie ist der Behälter jener Quellen, welche Fruchtbarkeit in die Ebene hinab tragen, und sie verwandelt in sanfte Ströme, was sonst in blinder Wuth in's Thal hinabstürzen und Tod und Verwüstung hinter sich lassen würde. Eine derartige, großartige Naturscene sucht das nebenstehende, in den Berner Hochalpen aufgenommene Bild ungefähr zu vergegenwärtigen.

Flüsse.

Die Flüsse entstehen im Allgemeinen in Gebirgsgegenden, und zwar theils aus dem Schmelzen des Eises, theils aus Quellen. Ist der Fall des Wassers schwach, so ist es ein Bach; ist er heftig, ein Strom. Nichts erhöht den romantischen Charakter einer Gebirgsgegend so sehr, als ein Strom, der mit gesteigerter Schnelligkeit und schrecklichem Getöse von Abgrund zu Abgrund stürzt. Die Vereinigung solcher Sturzbäche bildet Flüsse und diese ergießen sich, nachdem sie eine größere oder geringere Länderstrecke durchwandert haben, entweder in das Meer oder in einen großen Binnensee. Da die Quellen im Gebirge am reichlichsten sind, so entspringen auch die Flüsse gewöhnlich in hochgelegenen Gegenden, und die größeren Ströme auf Gebirgsketten. Es kann daher jeder Bergrücken, der eine Gegend durchzieht, als der Ausgangspunkt mehrerer Flüsse betrachtet werden, indem er auf jeder Seite die erfrischenden Ströme hinabschickt, die sich durch die Thäler schlängeln, und, nachdem sie ihren Zweck erfüllt haben, ihr überflüssiges Wasser in den Ocean entladen, von dem es dann durch den Proceß der Verdunstung wieder emporsteigen, sich um irgend eine Bergspitze ansammeln, abermals verdichten und endlich in dem nämlichen oder einem andern Kanale den alten Kreislauf wieder beginnen wird.

Die Flußbette sind theils durch die Thätigkeit des Wassers, theils durch die paroxysmischen Umwälzungen, deren wir schon früher erwähnt haben, gebildet worden. Es ist klar, daß es keine Flüsse geben könnte, wo nicht Abhänge vorhanden waren. Auf einer ganz glatten Ebene würde

sich ein Wasserkörper niemals in einer besonderen Richtung ergießen, wodurch jeder Theil genau dieselbe Tiefe bekäme. Das Wasser mußte daher nach einem Abhang geführt werden, wo es sich ansammelte und dadurch eine abreibende Kraft erhielt. Hatte es dann einige Gewalt erhalten, so trieb es sich von selbst vorwärts und wusch sich, besonders wenn seine Masse bedeutend war, mit furchtbarer Gewalt von selbst einen Kanal aus. Im Allgemeinen liegen die Mündungen der Flüsse bedeutend niederer, als ihre Quellen. Dieß ist jedoch nicht immer der Fall, denn die Quellen mancher großen Flüsse im europäischen Rußland liegen sehr wenig über dem Niveau der Ostsee. Die Schnelligkeit eines Flusses hängt nicht einzig von seinem Falle, sondern auch von seiner Wassermasse und der Triebkraft ab, die er an seiner Quelle besitzt. Das Bett der Donau hat keinen so großen Fall, wie das des Rheins, und doch strömt sie wegen ihrer großen Wassermasse weit schneller. Der Fall des Amazonenstroms beträgt nur $\frac{1}{27}$ Zoll auf 1000 Fuß und doch ist seine Triebkraft sehr groß; und die Seine zwischen Valvais und Severs hat einen Fall von nur einem Fuß auf 66,000 Fuß ihres Laufes.

Die Flüsse können sich in das Meer oder in Seen ergießen oder im Marschland verlieren. Ehe Lander den Niger hinab fuhr, glaubte man, dieser Fluß verliere sich, nachdem er eine ungeheure Länderstrecke durchlaufen, in Morästen; dagegen hat Sturt bewiesen, daß dieß das Schicksal vieler australischer Flüsse sey. Einige Flüsse ergießen sich in Seen, wie z. B. diejenigen, welche in das kaspische Meer, und der Murray, welcher sich in den See Alexandrina ergießt. Aber bei weitem die größte Anzahl Flüsse mündet sich in das Meer, und die durch das Vermischen der Gewässer, von denen jedes seine eigene Triebkraft mitbringt, entstehenden Phänomene sind oft höchst merkwürdig. Ist die Mündung eines Flusses breit, so kann er sein Wasser ruhig in das Meer ergießen; ist sie dagegen eng, so erfolgt ein heftiger Krampf zwischen der Fluth des einen und der Strömung des andern. Diesem Umstand sind wohl die Sandbänke zuzuschreiben, welche sich häufig vor den Mündungen großer Flüsse bilden. Reisende haben erzählt, welch ein furchtbares Schauspiel sich erhebe, wenn die Fluth des atlantischen Meeres mit der Strömung des Amazonenflusses zusammentreffe. Es sey wie der Zusammenstoß zweier Riesen, die Erde erzittere bei dem Getöse der Wellen und der Mensch fliehe entsetzt von dieser Scene hinweg.

Einige Flüsse haben nur eine einzige Verbindung mit dem Meere, andere ergießen sich durch mehrere Kanäle in dasselbe. Der Ganges hat nicht weniger als acht solcher, von denen jeder in einer gewissen Periode der Hauptstrom gewesen zu seyn scheint. Dieser mächtige Strom nimmt das

Wasser vieler Nebenflüsse auf, die so groß sind wie der Rhein, und seine Quelle liegt 13,800 Fuß über dem Meeresspiegel.

Andere Flüsse, besonders solche zwischen den Wendekreisen, treten von Zeit zu Zeit aus ihren Ufern. Dieß ist schon von den Alten am Nil beobachtet worden; und da es in Egypten nie regnet, so konnten sie dieß nur als ein Geheimniß der Natur ansehen, und an die Stelle der Wahrheit eine Fabel setzen. Alle ähnlich gelegenen Flüsse sind solchen Ueberschwemmungen unterworfen; Stärke und Zeit derselben hängen aber von örtlichen Umständen ab. Doch werden sie stets durch die periodischen Regen hervorgebracht, die in den Tropenländern fallen. Wenn die dürstende Erde, von der Sonne des Aequators ausgedörrt, durch die herabgießenden Regenströme gesättigt worden ist, so schwellen die Flüsse an und überfluthen ihre Ufer; und zwar nicht nur an den Punkten, wo der Regen wirklich fällt, sondern in der ganzen Länge ihres Laufs. Das Anschwellen des Nils wird durch die Regengüsse verursacht, welche auf den Gebirgen im Innern von Afrika fallen. Aber erst zwei Monate nach dem Beginn der Regenzeit erreicht die Ueberschwemmung den Theil des Nils, der durch Egypten geht. Dieser verläßt dann schnell seine Ufer, verbreitet sich über das Land umher und macht eine Gegend fruchtbar, die ohne diesen Umstand eben so dürr und öde wäre, wie die Wüsten, die sie begrenzen.

Wasserfälle oder Katarakte.

Wenn Flüsse durch Gebirgsgegenden strömen, so werden sie häufig über Abgründe hinabgeführt und bilden dort Wasserfälle oder Katarakte. Katarakte werden oft auch durch das Wasser der Seen gebildet, wie z. B. der Wasserfall des Niagara. Sie zeigen verschiedene Erscheinungen, je nach den Umständen, unter denen sie über den Rand der Felsen stürzen. Oft stürzt das Wasser in einer breiten und ununterbrochenen Schichte herab; oft fällt es von Staffel zu Staffel, wobei es bald das Bild einer schief gelegten glatten Platte, bald das einer senkrechten Mauer zeigt. Das eine Mal wird es gebrochen, ehe es den Boden erreicht, und in einen Staubregen verwandelt, wie beim Staubbach in der Schweiz, das andere Mal bildet sich ein feiner Wasserbogen, unter dem man hindurch gehen kann, ohne von dem herabfallenden Strome getroffen zu werden. Die schönsten Wasserfälle sind aber diejenigen, die aus großen Wasserkörpern bestehen, eine bedeutende Schnelligkeit haben und sich über jähe Felsen herab ergießen, wie z. B. der Rheinfall bei Schaffhausen, der Sturz des Teverone bei Tivoli, der des Trollhätta in Norwegen u. a. m.

Wir dürfen diesen interessanten Erscheinungen übrigens keine zu große Wichtigkeit beilegen. Da sie gewöhnlich durch die Ortsveränderung des

Gesteins herbeigeführt werden, so trifft man sie gemeiniglich in Ländern von großer Naturerhabenheit, und dort sind sie für den Freund des Malerischen allerdings sehr interessant, haben aber offenbar weit weniger Wichtigkeit, wenn es sich um das Studium der Vertheilung von Wasser und Land handelt.

Der größte und schönste Wasserfall auf der Erde ist der des Niagara, zwischen dem Erie- und dem Ontariosee in Nordamerika. (S. die nebenstehende Abbildung.) Die folgende Beschreibung von ihm ist eine der gelungensten, die wir kennen, und wir citiren sie daher hier fast wörtlich: „Der Eriesee ruht auf horizontalen Schichten in einer gegen 300 Fuß über den Ontariosee erhabenen Region. Der Fall, welcher die beiden Gegenden trennt, ist an einigen Punkten fast senkrecht, und der ungeheure Höhenunterschied zwischen diesen Schichten erzeugt sowohl den Niagarafall, als auch die großen Fälle von Cheneseco. Dieser merkwürdige Fall geht im Allgemeinen in einer südwestlichen Richtung von einem in der Nähe der Bai von Toronto an der nördlichen Seite des Ontario gelegenen Punkte aus und um den westlichen Winkel des See's herum; von da setzt er seinen Lauf im Allgemeinen in einer östlichen Richtung fort und durchschneidet die Niagarastraße und den Chenesecofluß, bis er sich in der Gegend des Senecasee's verliert. Die Gewässer dieses Kataraktes fielen ehedem von der nördlichen Seite des Abhangs, in der Nähe des Landungsortes, herab, allein die Thätigkeit einer so furchtbaren Wassersäule, die Jahrhunderte lang von diesem hohen Punkte herabstürzte, hat das feste Gestein in der Entfernung von sieben engl. Meilen weggespült und einen ungeheuren Schlund gebildet, dem man sich nicht ohne Entsetzen nähern kann.

In diesen schrecklichen Schlund hinab stürzen die Wasser mit unglaublicher Geschwindigkeit, und der ungeheure Wasserstrom theilt der Erde eine zitternde Bewegung mit, die man mehrere Ruthen weit deutlich spürt, und bringt zugleich ein Geräusch hervor, das häufig noch in einer Entfernung von 20 Meilen gehört wird. Die große Höhe der Ufer macht ein Hinabsteigen in den Schlund sehr schwierig; ist man aber einmal drunten, so kann man bis zum Fuße der Wasserfälle gelangen, und mehrere Personen können sich in beträchtlicher Ausdehnung zwischen dem Abgrund und dem hinabstürzenden Strome ganz sicher bewegen. Auch wird die Unterhaltung nicht sehr durch das Geräusch unterbrochen, indem dieses hier nicht so bedeutend ist, als in einiger Entfernung. Beständig steigt ein Qualm oder Schaum von beträchtlicher Dicke, einer Wolke ähnlich, in die Höhe. In ihm erblickt man, wenn die Sonne scheint und die Stellung des Zuschauers eine günstige ist, einen immerwährenden Regenbogen. Im Winter setzt sich dieser Schaum an den Bäumen fest, wo er in solcher Menge ange-



Der Niagara-Fall.

S. 336.

friert, daß die Zweige unter ihm brechen und außerordentlich schöne Krystallgebilde zum Vorschein kommen: ein Umstand, der eben sowohl bei den Chenesecо- als den Niagarafällen vorkommt. Noch eine merkwürdige Erscheinung, die bis jetzt kein Schriftsteller erwähnt hat, läßt sich an diesen Fällen beobachten. Unmittelbar unter dem höchsten Fall wird nämlich Mischung von Schaum und Wasser in kugelähnlichen Gestalten und in der Größe eines gewöhnlichen Heuhaufens — aufwärts geblasen. Oben platzen sie und spritzen nun eine Schaumsäule bis zu einer ungeheuren Höhe empor, worauf sie sich niederschlagen und andere ihnen nachfolgen, die dieselbe Erscheinung gewähren. Diese sphärischen Bildungen sind etwa in der Mitte zwischen der Westseite des Flusses und der Insel, welche die Wasserfälle trennt, und wo die größte Wassersäule herabfällt, am deutlichsten zu sehen. Diese Erscheinung wird durch das Wiederaufsteigen der Luft verursacht, welche durch die Säule des in großer Menge in das Flußbett stürzenden Wassers hinabgedrückt worden war. Der Fluß ist an dem Ort des Falls etwa 743 Yards (à $3^1/_2$ rhein. Fuß) breit und die senkrechte Höhe beträgt 150 Fuß. In der letzten halben Meile unmittelbar oberhalb den Fällen beträgt der Fall des Wassers 58 Fuß. Aber die Schwierigkeit, die mit einem solchen Versuche begleitet seyn würde, verhindert Einen, die Stromschnelle in dem Schlunde selbst zu messen. Nach dem Augenschein schließt man jedoch, daß die Wasser einen Fall von wenigstens 65 Fuß haben müssen. Aus diesen Resultaten geht hervor, daß das Wasser auf einer Strecke von $7^1/_2$ engl. Meilen etwa um 273 Fuß fällt."

Seen.

Man hat die Seen in vier Klassen eingetheilt, unter welche man füglich jeden der bekannten Seen der Erde bringen kann.

Die erste Klasse umfaßt diejenigen, welche weder einen Ausfluß haben noch fließendes Wasser in sich aufnehmen. Viele derselben liegen sehr hoch und sind im Allgemeinen so klein, daß man sie nicht unpassend Teiche nennen könnte. Man hat die Vermuthung aufgestellt, daß sie Krater erloschener Vulkane seyen und aus Quellen genährt werden, was nicht ganz unwahrscheinlich ist. Sie nehmen sämmtlich mit dem Wechsel der Atmosphäre ab und zu.

Die zweite Klasse begreift diejenigen, welche zwar Wasser aufnehmen, aber keine Ausflüsse besitzen. In diese Abtheilung gehört das kaspische Meer und der Aralsee. Das kaspische Meer ist etwa 165 Meilen lang, seine größte Breite beträgt 80, die mittlere 50 Meilen, sein Flächenraum 6060 Quadratmeilen. Dieser höchst merkwürdige See empfängt die Gewässer der Wolga, die einen gegen 90 Meilen langen Lauf hat, durch

das europäische Rußland und einen Theil des asiatischen fließt, und in jeder Stunde 518 Millionen Kubikfuß Wasser herbeischafft. Der Ural, der Yaik, der Kur und viele andere Flüsse von bedeutender Größe ergießen sich ebenfalls in das kaspische Meer. Sein Niveau erleidet jedoch keine Veränderung dadurch, obschon das Meer keinen sichtbaren Abfluß hat, wodurch es die empfangenen Wasser wieder abführen könnte. — Der Aralsee zeigt dieselben Erscheinungen; obschon er sich in Beziehung auf Größe nicht mit dem kaspischen Meere vergleichen läßt, so nimmt er doch ebenfalls zwei mächtige Flüsse, den Oxus und den Jaxartes, auf. Die größte Schwierigkeit, die Natur dieser Seen zu erklären, besteht in ihrem ewig sich gleich bleibenden Niveau, von welchem man erwarten sollte, daß es bedeutend zunehmen müßte, weil die Seen täglich eine so große Wassermenge in sich aufnehmen. Man hat die Vermuthung aufgestellt, daß sie durch einen unterirdischen Kanal mit dem Meer verbunden seyen, eine Ansicht, die durch das Factum bestätigt wird, daß das Wasser, sowohl des kaspischen Meeres als des Aralsee's, salzig ist und Meeres-Erzeugnisse enthält. Ein neuerer Schriftsteller hat behauptet, das kaspische Meer liege gegenwärtig um wenigstens 300 Fuß unter dem Niveau des schwarzen Meeres. Es ist fast gewiß, daß jene Erscheinung der Verdunstung zugeschrieben werden muß, obschon auch die Durchsickerung Theil daran haben mag. Bell hat mehrere interessante Thatsachen angeführt, aus denen sich ergibt, welch eine bedeutende Wirkung die Verdunstung unter gewissen Umständen haben kann. „Im Missourithal," sagt er, „unter einem eben so kalten Klima, wie am kaspischen Meere, ist die Verdunstung so groß, daß ein Eßlöffel voll Wasser, der auf das Verdeck eines Schiffes gegossen wurde, in unglaublich kurzer Zeit verdunstete, und das Schreibzeug bei einer Reise von 400 Meilen, von Fort Maudan an, unter 47 Grad nördlicher Breite, stromabwärts täglich frisch gefüllt werden mußte. Die Verdunstung des Stromes war so groß, daß, ungeachtet mehr als 20 Flüsse von bedeutender Wassermenge sich auf dieser Strecke in den Missouri mündeten, er doch nicht merklich dadurch vergrößert wurde." — Wenn solche Fälle zu unserer Kenntniß gelangen, so wird es uns auch nicht schwer werden, zu glauben, daß die an der Oberfläche des kaspischen Meeres vor sich gehende Verdunstung die Ursache davon seyn dürfte, warum dasselbe trotz der großen Wassermenge, die durch die Wolga und andere Ströme in dasselbe gebracht wird, sein Niveau beibehält.

Die dritte Klasse umfaßt alle diejenigen Seen, die zwar keine Flüsse aufnehmen, aber solchen Ursprung geben. Viele dieser Seen liegen sehr hoch und enthalten die Quellen der größten Ströme. Ohne Zweifel werden sie durch Quellen genährt, deren Wasser in den unterirdischen Behäl-

tern so weit steigt, bis sein Niveau hinreichend hoch ist, um eine Entladung zu gestatten. Der See auf dem Monte Rotondo in Corsica gehört in diese Klasse. Er liegt 9000 Fuß über dem Niveau des Meeres.

Die vierte Klasse enthält alle diejenigen Seen, welche Gewässer sowohl aufnehmen als weiter geben; diese sind die zahlreichsten. Einige empfangen die Gewässer mehrerer Flüsse, haben aber gewöhnlich nur einen Abfluß. Es ist nicht schwer, den Ursprung dieser Seen zu erklären. Wenn sich im Lauf eines Flusses eine Aushöhlung vorfand, so mußte sich diese nothwendig bis zum Niveau der Ufer anfüllen, ehe der Fluß weiter schreiten konnte, und so entstand ein See. Es kann aber auch geschehen, daß von verschiedenen Theilen einer Gegend aus ein allgemeiner Fall gegen ein Centralthal hin stattfindet. Dann werden die Gewässer einer Anzahl Flüsse in dieses geführt, während zugleich die Fortsetzung des Thals nur einen Ausweg bietet, auf dem die Wasser sich entladen können. Diese Seen werden theils durch Quellen, theils durch Flüsse genährt. Der Baikalsee im asiatischen Rußland ist ein großer See dieser Klasse. Die größten aber sind die nordamerikanischen, welche zwischen Canada und den Vereinigten Staaten liegen.

Diese Seen oder Binnenmeere, wie einige derselben richtiger genannt werden dürften, bilden einen so wichtigen Charakterzug in der physikalischen Geographie, daß wir den Gegenstand nicht vorüber lassen können, ohne einige derselben einer genaueren Beschreibung zu würdigen.

Der Baikalsee im asiatischen Rußland, im Gouvernement Irkutsk, hat etwa 240 Meilen im Umfang. Er empfängt die Gewässer des Bargusin, der Gelenka, der obern Angara und der Iunka: sämmtlich Flüsse von einiger Bedeutung. Er hat nur Einen Abfluß: die untere Angara. Diesen See halten Viele für das Produkt einer vulkanischen Kraftäußerung, eine Annahme, die keineswegs aller Beweisgründe entbehrt. Die umliegenden Berge tragen nämlich die Spuren eines plötzlichen und heftigen vulkanischen Ausbruches. Die nahe Umgegend ist entschieden vulkanisch, man hat dort schon Erdbeben verspürt, und Schiffe, die den See befuhren, sind nicht selten von bedeutenden Erschütterungen heimgesucht worden, während doch der See vollkommen ruhig war. Die Schifffahrt auf dieser großen Wasserfläche ist beschwerlich, wo nicht gefährlich. Er ist bisweilen ganz gefroren, und Cochrane erzählt, daß er an einer Stelle, wo derselbe 40 engl. Meilen breit ist, in 2 ½ Stunden auf einem Schlitten darüber gefahren sey, während Schiffe häufig 30 Tage dazu brauchen.

Die nordamerikanischen Seen sind sehr zahlreich. Die wichtigsten darunter sind der Ontario-, der Erie-, der Huronen- und der obere See. Der obere See ist die größte Süßwassermasse auf der Welt; er hat etwa

22 *

400 engl. Meilen Länge und seine größte Breite beträgt 100 Meilen. In diesem See liegen fünf große Inseln, deren eine, die Königs-Insel, wenigstens 40 Meilen lang seyn soll. Mehr als 40 Flüsse ergießen sich in ihn. Sein einziger Abfluß ist aber die Straße von St. Mary, die ihn mit dem Huronensee verbindet, jedoch der Wasserfälle wegen nicht schiffbar ist.

Der Huronensee ist etwa 760 Quadratmeilen groß, und enthält mehrere große Inseln. Eine weite Fläche trennt ihn von dem Michigansee, der durch eine enge Landzunge von dem obern See geschieden ist. Der St. Clairsee hat etwa 36 Meilen im Umfang, und obschon er sich mit den bereits beschriebenen großen Wasserkörpern keineswegs vergleichen läßt, so erlangt er doch einige Bedeutung durch seine Verbindung mit dem Eriesee, der etwa 397 Quadratmeilen einnimmt. Der Ontariosee ist der letzte dieser Reihe, mit einem Flächenraum von 582 Quadratmeilen.

Es gibt noch andere Länder, in denen die Seen eben so zahlreich sind, wie in Nordamerika, nirgends aber bieten sie eine so große Wasserfläche dar. Die Schweiz hat viele Seen, aber was Größe betrifft, lassen sie sich nicht mit den amerikanischen vergleichen. Der Genfersee ist der größte derselben; er ist 9 Meilen lang und in seiner größten Breite zwei Meilen breit. Er zeichnet sich besonders durch die romantischen Landschaften aus, die ihn umgeben. In dieser Beziehung, sowie was die Tiefe seines dunkelblauen Wassers betrifft, ist er der Erste von allen. Da die Seen überhaupt vorzugsweise der nördlichen Halbkugel der Erde eigen sind, und an Ausdehnung so zu sagen mit ihrer Polnähe zunehmen, so hat Deutschland außer dem Bodensee keinen einzigen, durch bedeutendere Wassermasse namhaften See aufzuweisen. Dafür aber zeichnen sich seine Seen, besonders die Gebirgsseen, durch einen überaus anmuthigen und oft großartigen Charakter der Landschaft aus, wie wir schon von denen der Schweiz gerühmt haben. Dieß gilt namentlich von den Seen Salzburgs und des bayerischen Hochlandes, von dem Ammer-, Würm-, Chiem-, Traun-, Walchensee u. s. w. Diese sämmtlichen Seen lagern sich am nördlichen Fuße der Alpen. Am östlichen Fuße der Alpen liegen zwei beträchtliche Wasserbecken, der Neusiedler- und Plattensee. Am südlichen Abfalle des Alpengebietes liegen einige wenige Seen in einer Höhe von 600 — 700' über dem Meeresspiegel: der Lago maggiore, Lago di Lugano, di Como, di Garda, d'Iseo, d'Idro. Am Südostrand der Zirknitzersee, zwar klein, aber in anderer Beziehung merkwürdig, daher wir auf ihn noch besonders zu sprechen kommen werden. Norddeutschland hat ein ganzes Seenetz in den Stromgebieten der Elbe, Oder und Weichsel, unter deren einzelnen Gliedern der Spirding-, der Mürtz-, der Schwerinersee, der Plauer-, der

Plöner=, der Kummerowsee u. s. f. die bedeutenderen sind. Ihre nähere Schilderung gehört nicht hieher, sondern ist Gegenstand der speziellen Erdkunde oder Erdbeschreibung.

Im nordwestlichen Tieflande, besonders an der Nordspitze von Jütland, liegt eine Reihe kleinerer Binnenmeere, Fjords genannt, worunter das Lymfjord das bedeutendste ist.

Die bedeutendsten Seen Englands liegen in den Grafschaften Cumberland und Westmoreland. Die wichtigsten derselben sind die Seen von Ullswater, Derwentwater und Windermere. Die Länge des Sees von Ullswater beträgt etwa 9 englische Meilen, seine größte Breite zwei. Er ist ein langer, schmaler Wasserkörper, der in einer durch Schönheit und Großartigkeit ausgezeichneten Landschaft liegt. Die zwei höchsten Berge der Gegend, Helvellyn und Stone=Croß=Pike, liegen in seiner nächsten Nachbarschaft und sind allenthalben vom See aus sichtbar. Der See von Derwentwater ist nicht weniger groß, aber sein Charakter ist gänzlich von dem von Ullswater verschieden und die Gebirge, die ihn umgeben, sind schroffer und zerrissener. Ein unwiderstehlicher Reiz ruht über diesem



Der See von Derwentwater.

Orte; die Natur scheint der Ruthe eines Zauberers gehorcht und sich in ihre phantasiereichsten Gestaltungen gekleidet zu haben. — Der See von Windermere ist der größte der englischen Seen, ungeachtet er nicht mehr als 10 ½ engl. Meilen in der Länge und 2 Meilen in der Breite mißt. Er ist von schön bewaldeten Hügeln umgeben, und im Norden bildet eine herrliche Reihe von Bergen den Hintergrund.

Die schottischen Seen übertreffen noch an landschaftlicher Schönheit die englischen; dieß gilt besonders von dem romantischen Loch Lomond. Die feierliche Stille der dunklen Wasser und der stolz aufstrebenden

Gipfel des Ben Lomond und seiner erhabenen Nachbarn machen einen Eindruck auf das Gemüth des Beobachters, der sich nicht so leicht vergessen läßt.

Die skandinavische Halbinsel zählt einige bedeutende Seen, welche sämmtlich auf der südöstlichen Senkung des schwedischen Hochlandes liegen: der Mälar-, Hielmar-, Wener- und Wettersee. — Bei weitem die größten Seen Europa's liegen um den finnischen Meerbusen; der Ladogasee, mit 292 Quadratmeilen Flächenraum, 25 Meilen lang, 15 Meilen breit; der Onegasee, 10 Meilen lang, 10 Meilen breit; der Peipussee, 12 Meilen lang, 30 Meilen breit; der Seima-, der Ilmensce u. s. w.

Das Wasser einiger Seen ist sehr rein und durchsichtig, das anderer salzig, bitter oder süß. Es gibt einige, welche schädliche Ausdünstungen haben, die das animalische Leben beeinträchtigen, ja sogar zerstören können. Manche Seen verdanken ihren Ursprung ohne Zweifel einer vulkanischen Kraft, und sind auf die Weise entstanden, wie wir bei Gelegenheit des Todten Meeres beschrieben haben. An diesen Orten mag sich jetzt kein heftiges äußeres Zeichen von der Thätigkeit jener Kraft mehr vorfinden, während dieselbe gleichwohl noch bestehen kann, wovon eben die Ausströmung schädlicher Dünste einen Beweis liefert. Es ist bekannt, daß es in der Nähe des Vesuvs und in andern vulkanischen Gegenden Spalten gibt, aus denen kohlensaures Gas in großen Quantitäten strömt, welches das animalische Leben zerstört und dem vegetabilischen bedeutenden Schaden thut. Die berühmte Hundsgrotte bei Neapel ist ein hervorragendes Beispiel hievon, und im Süden von Frankreich gibt es, in einer erloschenen Vulkangegend, besonders bei Montjoly, viele Höhlen, wo ähnliche Phänomene beobachtet werden. Es kann daher nicht auffallen, wenn Quellen und Seen, die durch dieselbe Ursache hervorgebracht worden sind, auch den nämlichen Dunst ausstoßen, denn in dem einen Fall muß eine eben so innige Verbindung mit der Ursache stattfinden, als in dem andern. Bischoff und Nöggerath erzählen, in der Nähe des Laachersees liege eine Höhle, wo eine beständige Ausströmung von kohlensaurem Gas Statt habe, und worin sie die Ueberreste vieler hiedurch getödteten Thiere gefunden hätten. Als sie in die Höhle hinabstiegen und den Kopf über die Strömung hielten, hatten sie dasselbe Gefühl, wie wenn man jenes giftige Gas einathmet. Zu Budelreis am Ufer des Kyll in Rheinpreußen befindet sich eine Quelle, welche eine solche Menge kohlensaures Gas ausströmt, daß sie, nach den auf der Oberfläche des Beckens erscheinenden Bläschen zu schließen, im Kochen begriffen scheint, und Leute, welche aus dem Bassin derselben zu trinken versuchten, durch den mephitischen Geruch des Wassers schnell vertrieben wurden.

Einige Seen sind periodisch und nehmen je nach der Jahreszeit an Tiefe ab oder zu. Hierher gehört eigentlich auch der Czirknitzer (Zirknitzer) See in Krain, dessen schon Strabo als eines besonderen Wunders erwähnt wegen seines so veränderlichen Wasserstandes. Man erzählt von ihm, es könne in ihm in Einem Jahre gefischt, geackert, gesäet, Heu gemacht, geerntet und gejagt werden, weil seine Gewässer im Frühjahre großentheils in unterirdische Abzugskanäle verschwinden, und im Herbst sammt ihrer flossenbewehrten Bevölkerung plötzlich wieder zum Vorschein kommen. Wenn dieß nun auch nicht ganz buchstäblich wahr ist, so ist doch wenigstens viel Thatsächliches daran. Der Kalkboden von ganz Krain ist außerordentlich zerklüftet, und in diese unterirdischen Behälter tritt bei anhaltender Sommerhitze und Dürre das Wasser zurück, so daß man die in Pfützen und Dümpfeln liegengebliebenen Fische ohne Mühe fangen kann. Der Bodenschlamm entwickelt unter dem Einfluß der Sonnenwärme einen üppigen Graswuchs und kann auch mit Getreide besäet werden, namentlich mit Hirse und Haidekorn; indessen wird nur ein geringer Theil des so vom Wasser entblößten Seegrundes so angebaut, weil bei anhaltendem Regenwetter in nassen Sommern die unterirdischen Gewässer rasch wieder austreten. In manchen Jahren tritt der See 2—3mal zurück, so auch bei besonders strenger Winterkälte; in andern reducirt er sich nur um ein Unbedeutendes; sobald die Herbstregen eintreten — zu einer Zeit also, wo die Ernte an Heu und Getreide schon eingeheimst ist — steigen die Gewässer des Sees rasch wieder, und Fische schwimmen wieder, wo die Pflugschaar und die Sichel kurz zuvor geschäftig gewesen. Sobald die Gewässer wieder hoch stehen, wird der See von zahlreichem Wassergeflügel, besonders von Enten, besucht, welche bald geschossen, bald (besonders zur Zeit der Mause) gewürgt und weithin verführt werden. Der See hat sich im Verlaufe der Zeit um ein Bedeutendes vergrößert, indem vermuthlich einige seiner unterirdischen Abzugskanäle sich allmählig verschlämmt und verstopft haben, so daß er, wenn auch die Markungen der anliegenden Dörfer noch immer tief in den See hinein reichen, doch schon eine große Menge bebaubaren Landes verschlungen hat.

In einigen Theilen Südamerika's gibt es große Aushöhlungen, die sich unmittelbar nach der Regenzeit mit Wasser füllen und zu Seen werden. Durch den Proceß der Verdunstung und des Durchsickerns aber wird das Wasser rasch wieder aufgezehrt. Bei anderen läßt sich das Steigen und Fallen nicht durch die Ursachen erklären, die das Auftrocknen der südamerikanischen Seen so leicht begreiflich machen. Man hat die Vermuthung aufgestellt, daß diese periodischen Seen mit einem unterirdischen Behälter in Verbindung stehen, dessen Steigen und Fallen eine ähnliche

Wirkung auf den See selbst äußere, wie bei dem vorerwähnten Zirknitzer See. Noch schwieriger ist es, jene zufälligen Strömungen zu erklären, denen Binnenmeere bisweilen unterworfen sind. Das Loch Lomond ist nicht selten beim ruhigsten Wetter und ohne eine sichtliche Ursache aufs Heftigste bewegt. Wir führen dabei noch an, daß dieser See eine ähnliche Bewegung zeigt, wenn in fernen Ländern Erdbeben stattfanden. Zwar mag dieselbe Ursache nicht jene beiden Fälle erklären: wir haben jedoch Grund zu glauben, daß sie nicht ganz von einander getrennt seyen. Wir müssen auch erwähnen, daß Seen häufig Inseln enthalten, die so leicht sind, daß sie auf der Oberfläche des Wassers schwimmen; und diese sind eben so zahlreich, als von bedeutender Größe.

Der Ocean.

Obschon das Meer in einem so ungleichen Verhältniß zu dem trockenen Lande steht, indem dieses nur sieben Zehntheile der Erdoberfläche einnimmt, so ist doch sein gegenwärtiger Umfang und Zustand durchaus nothwendig, um dem Menschen sein irdisches Daseyn möglich zu machen. Die Erde wäre ohne einen Ocean eine dürre, unfruchtbare Wüste, unfähig, eine vegetabilische Substanz hervorzubringen, und demnach auch untauglich zum Wohnsitz von Geschöpfen. Aber zwischen Ocean, Atmosphäre und trockenem Lande findet ein beständiger Kreislauf der Feuchtigkeit Statt. Durch die Einwirkung der Sonnenhitze auf die Oberfläche des Wassers wird dieses verdunstet und in einer elastischen Form in die Atmosphäre geführt. Durch mancherlei Ursachen, besonders durch die Thätigkeit der Electricität, verdichten sich diese Wasserdünste und kehren zu der Erde zurück, indem ein Theil auf das Meer selbst, ein Theil auf das trockene Land fällt. Wenn sie ihren Zweck erfüllt haben, indem sie die Erde bewässern und dem Pflanzenleben neue Kraft geben, kehren sie direct oder indirect nach dem Ocean zurück, um wieder dieselbe Reihe von Veränderungen zu durchlaufen. Aber der Ocean erfüllt noch einen weitern wichtigen Zweck, indem er viele von den in der Atmosphäre enthaltenen schädlichen Substanzen abzieht und zertheilt; und es unterliegt keinem Zweifel, daß er zugleich jene Krankheitsstoffe, die auf den Schwingen des Windes von einem Klima nach dem andern geführt werden, in ihrem Laufe hemmt. Es ist ferner bemerkenswerth, daß das Meer zwar die bewohnten Erdtheile von einander trennt, aber andererseits auch ein rasches Kommunikationsmittel bietet. Auf seinen Wellen trägt es den stolzesten Triumph des menschlichen Scharfsinns, das Schiff, das seine Triebkraft in sich selbst hat, und trotz Winde und Fluthen seinen Weg von einem Strande zum andern zurücklegen kann. Auf diese Weise wird der Verkehr der Völker und der Tausch-

handel mit ihren natürlichen und Kunsterzeugnissen zum socialen und intellectuellen Vortheile der Menschen betrieben.

Die Oceane sind nichts anderes als Ansammlungen von Wasser in Thälern; ihre Becken müssen daher dieselben Unebenheiten enthalten, die wir an der Oberfläche des Landes wahrnehmen. Man findet im Bett des Oceans eben so gut Berge, Hügel und Thäler, als auf dem festen Lande, und die Ursachen, welche in den relativen Lagen des einen Veränderungen hervorbrachten, hatten einen ähnlichen Einfluß auf das andere. Die Tiefe des Meeres wird demzufolge an verschiedenen Stellen einen bedeutenden Unterschied zeigen. Uebrigens ist es sehr schwierig, die Tiefe überhaupt zu bestimmen; denn nicht nur werden die Gegenstände ihres Gewichtsverlustes wegen im Wasser weit leichter bewegt, als in der Atmosphäre, sondern sie sind auch einem raschen Fortführen durch Strömungen ausgesetzt. Aus diesen Gründen gibt es viele Punkte, wo das schwerste Senkblei von geringem oder gar keinem Werthe ist. Lord Mulgrave sondirte im nördlichen Ocean an einer Stelle, wo er eine Leine von 4700 Fuß hinabließ, ohne Grund zu finden; und Scoresby vermochte in einem Theil des grönländischen Meeres bei einer Tiefe von 7200 Fuß keinen Grund zu finden. Nach den Berechnungen von La Place in seiner „Mécanique Céleste," die auf die Schwingungsbewegung des Oceans gegründet sind, ist die mittlere Tiefe des Wassers gleich einem Bruch aus der Differenz zwischen dem vollständigen Erddurchmesser und dem durch die Abplattung der Pole verminderten — der auf 1 bis $1^1/_3$ deutsche Meilen geschätzt wird — also etwa 12,000 Fuß

Niveau des Meeres.

Das allgemeine Gesetz, welches das Wasser bekanntermaßen regiert, sollte uns zu dem Schlusse führen, daß die Oberflächen aller mit einander verbundenen Wasserkörper dasselbe Niveau hätten. Dieß würde auch wirklich der Fall seyn, wenn keine störenden Ursachen vorhanden wären. Die Oberfläche des Oceans würde dann genau die Form der Erdkugel geben. Das große Gesetz der Schwerkraft wirkt hier eben so gut als in allen andern Fällen, und das Wasser sucht überall nicht nur die niedersten Stellen, die es erreichen kann, sondern es strebt auch stets, dasselbe Niveau zu erhalten. Es ist jedoch unmöglich, daß ein allgemeines Niveau vorhanden sey, so lange noch die strömenden Ursachen fortbestehen, die mit dem gegenwärtigen physikalischen Zustande der Erde innig verbunden sind. Der Einfluß des Mondes, der die Ursache von Ebbe und Fluth ist, gehört hieher. Er bewirkt dadurch einen bedeutenden Unterschied in der Wasserhöhe, sowohl in nahen, als in fernen Theilen des Oceans oder Meeres.

Das Niveau kann auch durch den örtlichen Einfluß der Winde verändert werden, und man hat gefunden, daß in allen Golfen und Binnenmeeren das Wasser höher steht, als im Ocean. Dieß ist besonders der Fall bei denjenigen, die nur gegen Osten zu offen stehen, da sie dadurch der großen periodischen Schwingung des Oceans von Osten nach Westen mehr ausgesetzt sind. Durch diese Bewegung wird nämlich das Wasser in jene Oeffnungen getrieben, und je enger sie sind, desto höher wird das Niveau seyn. Humboldt machte einige Versuche an der Landenge von Panama, woraus er schließt, daß das Niveau des mexikanischen Meerbusens um 20 bis 23 Fuß höher sey, als das des stillen Oceans. Der Einfluß der Ebbe und Fluth ist bekannt und wird mehr oder weniger an allen mit dem Ocean in Verbindung stehenden Wasserkörpern beobachtet. Auch die Winde üben einen störenden Einfluß auf das Niveau, nicht nur dadurch, daß sie Wellen bilden, sondern auch, indem sie einen Wasserkörper in größerem Volumen als gewöhnlich nach einer Richtung hintreiben. An Meeresküsten wird diese Wirkung häufig hervorgebracht, und die Seefahrer wissen, daß in Folge der östlichen Passatwinde, welche die Gewässer des Oceans gegen die afrikanische Küste treiben, das Niveau des rothen Meeres immer um 20 Fuß über das Niveau des Oceans getrieben wird. Dieß sind die Ursachen, welche eine Erhebung des Niveau's an einigen Stellen hervorrufen. Es gibt nun auch eine Kraft, die jenes bisweilen vermindert, nämlich die Verdunstung. Das mittelländische Meer z. B. liegt etwas unter dem allgemeinen Niveau, indem die Gewässer, die es aus den zahlreichen Flüssen, die sich in dasselbe ergießen, empfängt, nicht hinreichen, um den durch Verdunstung entstandenen Verlust aufzuwägen, weßwegen auch ein beständiger Zuschuß durch die Meerenge von Gibraltar hereingeführt wird.

Trotz dieser störenden Ursachen aber gibt es ein allgemeines Niveau des Meeres, und da die Veränderungen so ganz unter allgemein bekannten Gesetzen stehen, so kann auch keine Veränderung stattfinden, die man nicht im Stande wäre zu erklären und gewöhnlich sogar vorherzusagen. Die Nothwendigkeit solcher controlirenden Grundsätze springt in die Augen, indem der Einfluß eines großen, sich bewegenden Wasserkörpers auf den Raum, über welchen er sich bewegt, so mächtig ist, daß, wenn er durch Gesetze regiert würde, die ihn nicht so sehr in Schranken halten könnten, beständige Verheerungen dadurch entstehen müßten, welche alle zur Erhaltung des animalischen Lebens nothwendigen Bedürfnisse der Unsicherheit Preis geben würden. Es dürfte nicht schwer seyn, Beispiele aufzufinden, wo die jetzt thätigen störenden Ursachen die furchtbarsten Wirkungen hervorgebracht haben. Der Verlust an Menschenleben und Eigenthum, der im

Jahr 1825 in St. Petersburg stattfand, wird vielen unserer Leser noch in frischem Andenken seyn. Dieser wurde durch eine Ueberschwemmung herbeigeführt, die ihren Grund in nichts anderem, als einem starken Westwinde hatte, welcher den Abfluß der Gewässer der Newa störte und theilweise ganz hemmte.

Man hat im vergangenen Jahrhundert viel darüber gestritten, ob das Meer sein Niveau immer beibehalte oder nicht, und viele Geographen waren der Ansicht, daß es beständig falle, besonders das der Ostsee. Die Frage ist bis auf den heutigen Tag noch immer unentschieden, ungeachtet man verschiedene Versuche zur Bestimmung derselben angestellt hat. Manche sprechen zu Gunsten der Annahme, daß das Niveau abnehme; Andere dagegen führen zu einem entgegengesetzten Schlusse. Im Jahr 1820 sammelte Bruncrona die Resultate der während eines halben Jahrhunderts an der Westküste der Ostsee gemachten Versuche, aus denen man schließen kann, daß das Niveau des Wassers dort beständig fällt: ein Schluß, der auch durch die Lootsen der Ostsee unterstützt wird, welche behaupten, daß das Meer seichter sey, als es gewesen, und daß die Meeresarme, welche die Inseln längs der schwedischen Küste von dieser trennen, früher von Schiffen hätten passirt werden können, die 10 Fuß tief im Wasser gingen, während sie jetzt nur noch für Boote gangbar seyen, welche 3 Fuß tief gehen. Hallström sagt, dieselbe Wirkung zeige sich im bothnischen Meerbusen, nur mit dem Unterschied, daß in der Ostsee die Abnahme von Norden her geringer werde und am südlichen Ende ganz aufhöre, während sie im bothnischen Meerbusen beinahe durchaus gleich sey. Diese Ergebnisse führen zu dem Schluß, daß das Niveau der Ostsee im Fallen begriffen ist, wofern wir uns nicht zu der Ansicht derjenigen bekennen wollen, welche behaupten, daß die durch die Flüsse, die in die Ostsee sich ergießen, hervorgebrachten und von Norden nach Süden gehenden Strömungen die Gewässer nach der südlichen Küste treiben, wo das Niveau eben so steigt, wie es im Norden fällt. Welche Ansichten aber auch aus einer Betrachtung dieser Thatsachen gezogen werden mögen, so sind wir bis jetzt nicht im Stande, zu bestimmen, ob das allgemeine Niveau des Oceans ein beständiges sey oder nicht.

Die Farbe des Oceans.

Die Farbe des Oceans ist nicht überall dieselbe. Die Richtung der Lichtstrahlen, die chemische Zusammensetzung des Wassers und die Natur des Gesteins, über das es fließt, üben einen Einfluß auf dasselbe. Das Meer zeigt gewöhnlich eine tiefblaue Farbe; je mehr die Tiefe abnimmt, desto heller und lichter wird diese. Untersucht man eine kleine Quantität See-

wasser, so findet man gar keine Farbe daran, wie dieß auch bei einer geringen Quantität atmosphärischer Luft der Fall ist, indem diese beiden Medien nicht im Stande sind, einen so großen Theil eines Lichtstrahles in sich aufzunehmen, daß er ihnen Farbe zu geben vermöchte. Doch sind sie in ihrer Einsaugungsfähigkeit verschieden; so reflectirt die Luft diejenigen Lichtstrahlen, die sich am leichtesten brechen lassen: violett, indigo und blau, woraus die ihr eigenthümliche Azurfarbe entsteht; das Wasser dagegen reflectirt sowohl aus Gründen seiner Dichtigkeit als seiner Tiefe einige der weniger leicht brechbaren Strahlen, woher seine grünlich-blaue Farbe. Unter besondern Umständen zeigt das Meer noch andere Schattirungen, diese sind aber eher örtlichen, als allgemeinen Ursachen — dem Charakter der Gebirgsart, über welcher das Wasser fließt, bisweilen auch den Thierchen, Insekten oder Pflanzen, die unmittelbar unter seiner Oberfläche schwimmen — zuzuschreiben. In dem Meerbusen von Guinea ist das Meer weiß; um die Malediven-Inseln her schwarz; in dem obern Theil des mittelländischen Meeres hat es eine Purpurfarbe und Westindien ist von einem so durchsichtigen Ocean bespült, daß der Meeresgrund dem Auge offen liegt. Aller Orten nimmt man auch Farbennüancirungen wahr, die aus den Schatten entstehen, welche die Wolken auf das Meer werfen; diese Schattirungen sind so fein und mannigfaltig, wenn der Himmel dicht mit kleinen Wölkchen besät ist, daß wir oft kaum unsern Augen trauen wollen.

Das Leuchten (Phosphoresciren) des Meeres.

Das Meer zeigt bisweilen eine Lichterscheinung, die gewiß von allen Seeleuten beobachtet und von diesen stets als der Vorbote stürmischer Witterung angesehen worden ist. Diese Erscheinung soll am häufigsten im Sommer und Herbste vorkommen; ihre Charaktere zeigen aber solche Verschiedenheiten, daß zu bezweifeln ist, ob sie immer derselben Ursache zugeschrieben werden darf. Bisweilen sieht man diese Lichterscheinung über dem ganzen Wasserspiegel, und das Schiff scheint gleichsam in einem Lichtmeer zu schwimmen; ein andermal nimmt man das Phosphoresciren nur unmittelbar um das Schiff herum wahr. Eine aus der See genommene Quantität Wasser behält nicht nothwendig ihren leuchtenden Charakter bei, doch wird derselbe so lange andauern, als das Wasser in einem Zustand der Bewegung erhalten wird. Einige Naturforscher sind der Ansicht, das Phosphoresciren des Meeres rühre von einer unendlichen Anzahl durch dieses Medium zerstreuter Thierchen her, andere dagegen schreiben es der Electricität zu. Dr. Buchanan hat die Beschreibung einer sehr merkwürdigen Meereserscheinung geliefert, die er auf einer Reise von Johanna nach Bombay beobachtete: „Am 31. Juli 1785, Abends gegen 8 Uhr, zeigte das Meer eine milch-

weiße Farbe. Eine Menge lichtheller Körper schwammen auf ihm, so daß es aussah, wie jenes Sternenheer, das unter dem Namen Milchstraße bekannt ist. Diese Weiße war so groß, daß diejenigen, welche sich an Bord befanden, nicht im Stande waren, den Wellenschlag des Meeres zu unterscheiden, welcher doch, wie aus der Bewegung des Schiffes und dem Getöse hervorging, sehr heftig seyn mußte. Dabei war das Licht so stark, daß das ganze Takelwerk davon beleuchtet ward. Diese seltsame Erscheinung dauerte bis Tagesanbruch fort. Man zog mehrere Eimer mit Wasser herauf und fand eine große Anzahl lichtheller, $\frac{1}{4}$ Zoll bis $1\frac{1}{2}$ Zoll langer Körperchen darin, die sich wie Würmer im Wasser hin- und herbewegten. Es mochten etwa 400 dieser Thierchen in einer Gallone Wasser seyn." — Eine ähnliche Erscheinung war in demselben Meer von mehreren Offizieren desselben Schiffes beobachtet worden, und der Constabler hatte die nämliche auf einer Reise nach China in der Nähe der Spitze von Java gesehen.

Temperatur des Meeres.

Der Ocean hat nicht immer dieselbe Temperatur unter derselben Breite. Innerhalb der Wendekreise zeigt die Meerestemperatur beider Hemisphären wenig oder gar keinen Unterschied. Nähert man sich aber den Polen, so wird die Temperatur in der südlichen Halbkugel mit jedem Breitegrad um ein Namhaftes kälter, als in der nördlichen. Unter 80 Grad nördlicher Breite schmilzt das Eis gewöhnlich im Monat Mai, während es schon unter 60 Grad südlicher Breite das ganze Jahr über unverändert bleibt. Auch ragt das Eis am Südpol beinahe um 8 Grad weiter herein, als am Nordpol, indem man schon unter 48 Grad südlicher Breite Eisberge gefunden hat. Diese größere Abnahme der Temperatur in der südlichen Halbkugel ist dem fast gänzlichen Mangel an Land in der Südpolar-Zone zugeschrieben worden, während das Nordpolar-Meer fast ganz von Land umgeben ist. Peron erfand ein Instrument, das er Thermo-Barometer nannte, und womit er die Temperatur des Oceans maß. Aus einer großen Menge Experimente erhielt er dadurch eine Reihe merkwürdiger Ergebnisse. Einige derselben sind jedoch von Humboldt angefochten worden. Peron behauptet nämlich, daß die Temperatur des Wassers in der Nähe von Inseln oder Festlanden immer größer sey, als in der offenen See, und daß in der Nähe eines Ufers die Kälte mit der Tiefe zunehme. Humboldt dagegen verwirft diese Behauptung, sofern sie ein allgemeines Gesetz seyn soll, indem zwar die Temperatur der tropischen Meere, des mittelländischen Meeres und der Baffinsbay mit der Tiefe abnehme, die Temperatur der griechischen Meere aber und des Nordpolar-Meeres mit

jener zunehme. Die auf Krusenstern's Entdeckungsreise in den südlichen Meeren gemachten Versuche sprechen für das Gesetz, daß die Wärme mit der Tiefe zunehme. Saussure schätzt die mittlere Temperatur des Meeres auf 9—10° R.; sie scheint jedoch zwischen — 178° und + 16° Reaumur zu wechseln.

Das Eis des Meeres.

Ehedem stritten sich die Geographen darüber, ob die Gewässer des Oceans gefrieren könnten. Die in die Polargegenden unternommenen Reisen haben aber längst jeden Zweifel hierüber entfernt. Die Meerbusen und Binnenmeere, welche unter 60 Grad nördlicher Breite liegen, sind während der Winterzeit gänzlich gefroren, und unter 70 Grad ist das Meer bereits mit Eisfeldern bedeckt. Je eingeschlossener die Gewässer, und je größer die Vorsprünge der Landes sind, desto leichter wird sich Eis bilden. Deßhalb sind auch die Ostsee, der bothnische Meerbusen und andere Binnenmeere häufig gefroren, wenn der Ocean unter derselben Breite ganz frei von Eis ist. Gegen den 80sten Grad nördlicher Breite hin wird das Eis beständig, und bietet während der Wintermonate eine unbewegliche Masse dar, die eine poröse und durchsichtige Struktur hat. Wenn der Frühling kommt, beginnt es zu schmelzen, die Masse bricht, und es eröffnet sich ein unsicherer Durchgang für den kühnen Seefahrer. Aber der Sommer geht bald vorüber und die ungeheure Fläche bedeckt sich von Neuem mit einer dicken Eisrinde, über welche die Polarbären wandern und eine Nahrung aufsuchen, die jeder andern Kreatur in dieser unwirthlichen Region versagt zu seyn scheint.

Eisberge.

Ein Eisberg ist eine Eisinsel, die bisweilen auf einer hervorragenden Masse im Meere unbeweglich feststeht, öfter aber unter der Einwirkung der Winde und Strömungen von einem Ort zum andern schwimmt. Die Eisberge fallen gewöhnlich auf der einen Seite senkrecht ab, und haben auf der andern eine sanftere Abdachung. Ihre Höhe ist verschieden und einige derselben erheben sich bis 200 Fuß über das Niveau des Oceans. Die Farbe dieser ungeheuren Eismassen hängt theils von der Richtung der darauf fallenden Lichtstrahlen, theils von dem Zustand der Berge selbst ab. Nicht selten sehen sie aus, als ob sie aus Smaragden oder Sapphiren beständen, und die durch die Strahlenbrechung hervorgebrachten Farben sind bisweilen so herrlich, daß die Berge wie Lichtberge glänzen, und die Mährchen des Orients zu verwirklichen scheinen. Man war der Ansicht, daß die Eisberge durch das Aufeinanderthürmen der

Fragmente entstünden, welche beim Brechen der großen Eisfelder erzeugt werden; wahrscheinlicher aber sind es Massen, die sich von den ungeheuren, an den Küsten von Grönland und Spitzbergen befindlichen Gletschern abgelöst haben. Doch scheinen einige der Consolidation des zusammengewehten Schnees ihr Daseyn zu danken; diese enthalten Bäume, welche durch die starke Reibung, der sie ausgesetzt sind, oft Feuer fangen und so den seltsamen Anblick eines brennenden Eisgebirges gewähren. Die Berge sind bisweilen in einen dicken Nebel gehüllt, und wenn ein Schiff mit ihnen in Berührung kommt, so hat der Zusammenstoß beinahe immer Zerstörung zur Folge. Alle Jahre gehen viele mit dem Fischfang beschäftigte Schiffe durch Unfälle dieser Art zu Grunde.

Scoresby hat in seiner Schilderung der Polargegenden eine sehr interessante Schilderung der sieben Eisberge in Spitzbergen gegeben, der wir das Wichtigste entnommen haben. „Ich spreche hier," sagt er, „nicht von den Eisinseln, die auf den Wogen des Meeres nach südlicheren Gegenden getragen werden, sondern von jenen ungeheuren Eisthürmen, die in den Thälern an der Küste von Spitzbergen und anderer Polargegenden, aus denen jene schwimmenden Eisberge hergekommen zu seyn scheinen, zu Hause sind. Dort, wo sich eine Hügelkette parallel mit der Linie der Küste und nur wenige Meilen von der Meeresküste entfernt hinzieht, von den Seitenrücken in Zwischenräumen von 1 bis 2 Stunden gegen die See hinauslaufen, dort ist die günstigste Lage zur Bildung der Eisberge. Eine solche ist nun gerade die etwas nördlich von Charles-Island gelegene Region, wo die mächtigen Eiskörper, welche Martens, Phipps und Andere beschrieben haben, und die unter dem Namen der sieben Eisberge bekannt sind, liegen. Jeder derselben nimmt ein tiefes Thal ein, das gegen die See hin offen und von Hügeln gebildet ist, die etwa 2000 Fuß hoch sind. Im Hintergrund ist das Thal von einer Gebirgskette geschlossen, die vielleicht 3000 oder 3500 Fuß Höhe hat und der Linie der Küste folgt. Sie haben die Natur und äußere Erscheinung der Gletscher. Sie beginnen am Rande des Meeres, wo sie häufig einen tiefen Abgrund bilden, und erstrecken sich das Thal hinauf, das gewöhnlich sanft ansteigt, bis sie entweder durch die Spitze des Gebirgs im Hintergrund geschlossen oder durch einen jähen Schlund unterbrochen werden. Außer diesen Eisbergen gibt es einige eben so große am nordwestlichen Winkel von Spitzbergen, in der Kingsbay und in der Croßbay, ein Paar noch größere bei Point Look-out; überdieß noch viele andere von verschiedenen Größen in den weiten Sunden an der Westseite und längs der nördlichen und östlichen Ufer dieser merkwürdigen Region."

Die sieben Eisberge sind nach Scoresby im Durchschnitt je eine Meile

lang und 200 Fuß über dem Niveau des Oceans erhaben. Im Norden des Hornsunds befindet sich ein weiterer Eisberg von 11 engl. Meilen Länge und 400 Fuß Höhe. Diese ungeheuren Eismassen leiden bei stürmischem Wetter durch den Wellenschlag, der nach und nach große Stücke davon in die See wirft. Das Eis ist überall von tiefen Spalten durchbrochen, deren Breite von einigen Zollen zu mehreren Fußen ansteigt, und die so tief sind, daß der Reisende, der in sie hinabschaut, niemals die Strahlen des Lichtes bis zum Grunde verfolgen kann. Scoresby ist der Ansicht, daß diese Risse durch das Darüberlaufen von Wasserströmen entstanden seyen. Dr. Latta dagegen glaubt, sie seyen durch die während des Processes des Gefrierens erfolgte Expansion hervorgebracht worden. Er sagt: „Nehmen wir an, daß der Eisberg nur einige Fuß Dicke habe, so wird die Sommerhitze ihn schwammig und porös machen, und seine Oberfläche wird durch die kleinen Ströme, die darüber fließen, Rinnen bekommen. Kommt nun der Winter, so gefrieren diese Wasserströme, und die Wände der Aushöhlungen werden etwas auseinander getrieben, und es wird sich der Anfang eines Risses bilden. In diese Risse wird wieder Wasser fließen, dieses wird wie früher gefrieren, und der Riß an Länge, Breite und Tiefe zunehmen, während das Aufdämmen und Angefrieren der kleinen Ströme am Fuße jene Thätigkeit dadurch unterstützen wird, daß sie die Masse von ihrem Bette heraufdrücken. Dieser Proceß," sagt Dr. Latta, „mag bei seiner jährlichen Wiederholung die Erscheinung herbeiführen, die wir an den Eisbergen nun wahrnehmen, und da sie zwischen Berge gekeilt sind, so können sie sich nicht zur Seite ausdehnen und werden nothwendig gewölbt oder convex und gleichsam durch eine innere Gewalt zur Expansion des Wassers genöthigt."

Es gibt keinen herrlicheren Anblick, als diese wundervollen Eismassen, und der Contrast zwischen ihrer schimmernden Oberfläche und dem einförmigen Düster der Gebirge und der schneebedeckten Spitzen, die sie umgeben, eröffnet dem Beschauer selbst innerhalb des Polarkreises, wo die Natur fast jeden Funken von Lebenskraft verloren hat und nur unablässig kämpft, um sich von dem eisernen Bande des ewigen Frostes zu befreien, noch Gemälde voll Schönheit und Interesse. Von den erhabenen Schauern und der grausenhaften Oede mag das nebenstehende Bild einen, wenn auch nur unvollständigen Begriff geben.

Wasserhosen.

Unter die interessantesten Erscheinungen, die man zur See beobachten kann, gehört die Bildung der Wasserhosen. Dieses seltsame und räthselhafte Phänomen ist bis auf den heutigen Augenblick noch nicht vollständig



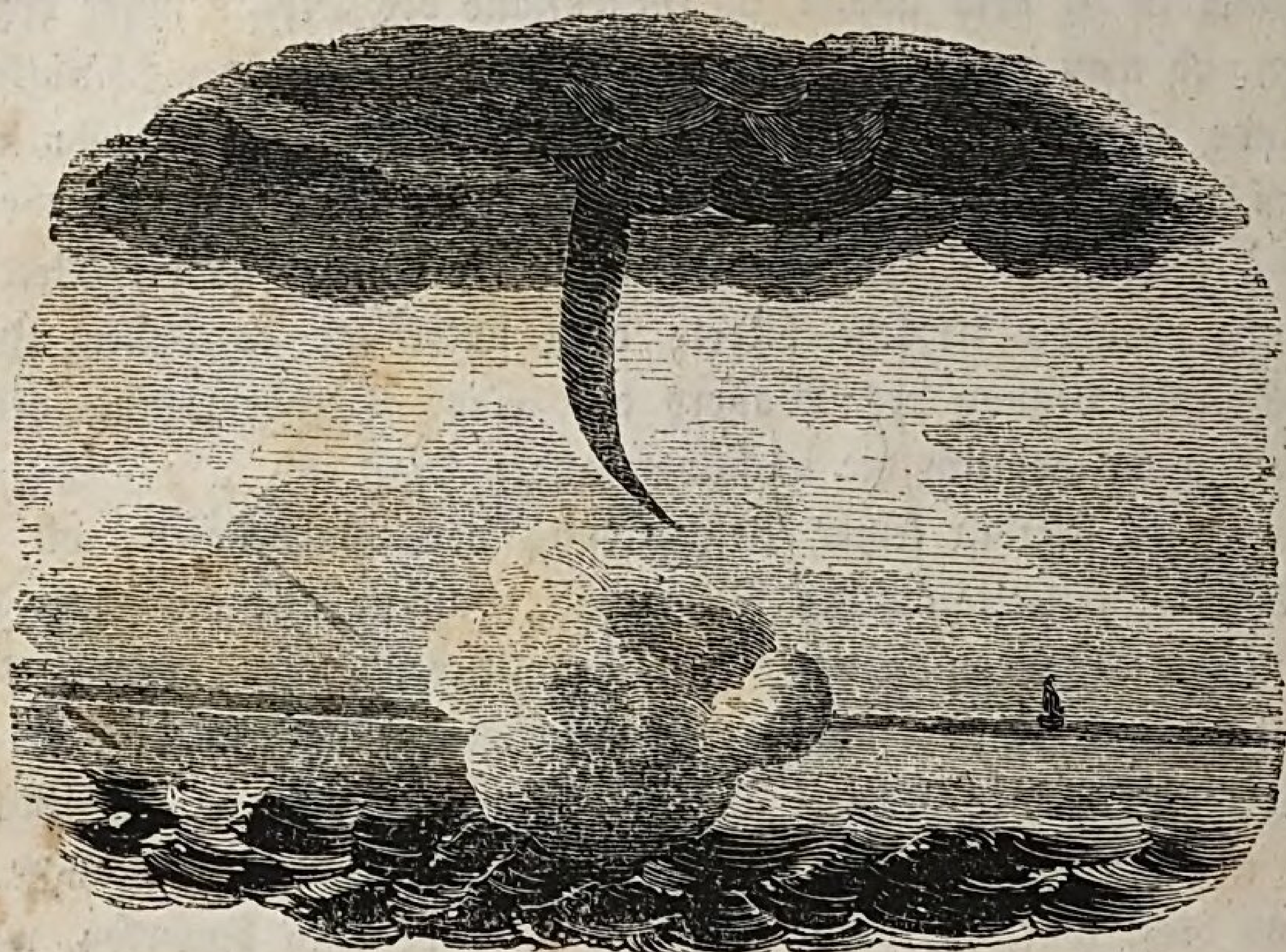
Polar-Eis.

S. 352.

erklärt, denn es ist noch immer ein Gegenstand des Streits unter den Meteorologen, ob man es der Electricität oder der mechanischen Thätigkeit der Wirbelwinde zuschreiben solle. Gewiß ist, daß Wasserhosen gewöhnlich von electrischen Erscheinungen begleitet sind. Allein aus den in den Händen des Forschers befindlichen Daten läßt sich nicht bestimmen, ob die Electricität die Wirkung oder die Ursache bildet; doch unterliegt es keinem Zweifel, daß die Spiralbewegung des Wassers aus einer Drehbewegung der Luft entsteht, die wahrscheinlich die nächstverwandte Kraft ist.

Stewart sagt in seiner Beschreibung der Wasserhosen, die er im Jahre 1701 im mittelländischen Meere sah, daß sie alle aus einer durchsichtigen Röhre bestanden hätten. An sämmtlichen Hosen, besonders aber an der Hauptsäule, konnte man die Wahrnehmung machen, daß sie gegen das Ende einem hohlen Kanale ähnlich sahen, der nur an den Rändern schwarz, in der Mitte aber weiß war; obwohl dieser Anfangs ganz dunkel und dicht war, so konnte man doch sehr deutlich bemerken, wie das Meerwasser in der Mitte des Kanals hinauffuhr, wie Rauch im Kamin, und zwar mit großer Schnelligkeit und einer sehr deutlichen Bewegung. Bald darauf barst die Röhre oder der Kanal in der Mitte und verschwand nach und nach, während das Aufwärtsbrausen und die säulenähnliche Gestalt des Wassers noch fortdauerten. Diese letztere bestand sogar noch einige Zeit, nachdem die Röhre verschwunden war, und oft noch, bis die Röhre wieder erschien und sich zum zweiten Male bildete, was sie gewöhnlich wieder an demselben Platze, und zwar in einer Viertel- oder halben Stunde mehrmals hintereinander that.

Dr. Buchanan beobachtete dieses Phänomen mehrmals auf seiner Reise nach Indien. Als seine Aufmerksamkeit zum ersten Mal darauf gelenkt wurde, sah er eine dicke, dunkle Wolke, die eine lange, gekrümmte Röhre auswarf, während zu gleicher Zeit ein dicker Nebel aus dem Meere aufstieg. Nach einigen Minuten fuhr die Röhre herab und vereinigte sich mit der Wolke, die aus dem Meere gekommen war. Die Wolke, aus der die Hose herabgestiegen war, bewegte sich dann langsam weiter, durch welche Bewegung wahrscheinlich die Krümmung hervorgebracht wurde. Der aus der See aufsteigende Nebel war von derselben Farbe, wie die Hose, und glich dem Rauch einer Dampfmaschine. Die Oberfläche des Wassers unterhalb der Hose war die ganze Zeit über in einem Zustand heftiger Aufregung, und man hörte ein Getöse, wie von einem Wasserfall. Die Hose zog sich bald wieder in die Wolke hinauf, aus der sie herabgestiegen war, und der Nebel sank in die See zurück. Die ganze Scene dauerte nur 3 Minuten." — Derselbe Schriftsteller hatte auch sonst Gelegenheit, ähnliche Phänomene zu beobachten, und in allen Fällen boten sie fast



Wasserhose.

dieselben Erscheinungen dar. In der untenstehenden Figur hat er die verschiedenen Zustände, unter denen sie sich zeigten, dargestellt. „Zuerst," sagt er, „zeigen sie sich in einer kegelförmigen Röhrenform, die sich aus einer schwarzen Wolke herabsenkt, ehe man noch eine Veränderung an der See wahrnimmt. Die schwarze, kegelförmige Wolke steigt dann herab und das rauchähnliche Produkt steigt hinauf, bis sie sich vereinigen. Wenn die Hose zu verschwinden beginnt, zieht sich die schwarze Wolke hinauf, und eine dünne, durchsichtige Röhre bleibt noch mit der Wolke in Verbindung, die aus der See stieg. Auch diese bricht endlich und das Phänomen verschwindet ganz."



Stadien in der Bildung der Wasserhosen

Kapitän Napier äußert sich über eine ähnliche Erscheinung und ihre wahrscheinliche Ursache folgendermaßen: „Am 6. September 1814 wurde unter 30 Grad 47 Minuten nördlicher Breite und 62 Grad 40 Minuten westlicher Länge, um $1^1/_2$ Uhr Nachmittags, während der Wind zwischen W.N.W. und N.N.O. umsprang, und das Schiff nach Südost steuerte, eine außerordentliche Art Wirbelwind beobachtet, der sich in einer Entfernung von 3 Kabellängen vom Steuerbordbug des Schiffes bildete. Er riß das Wasser in einer cylindrischen Form und im Durchmesser einer Wasserbütte mit sich hinauf, stieg allmählig weiter, wurde dicker und rückte in einer südlichen Richtung vor, bis er etwa eine Meile vom Schiffe entfernt war, wo er dann mehrere Minuten stehen blieb. Am Fuße dieser Wasserhose kochte und schäumte es, und mit einem zischenden Geräusche fuhr eine bedeutende Wassermenge in die darüber hängenden Wolken hinauf, während die Hose selbst sich in einer schnellen Spiralbewegung drehte, beständig sich krümmend und widerspannend, je nachdem sie von den verschiedenen Winden, die nun abwechselnd von allen Richtungen des Kompasses her bliesen, afficirt wurde. Sie kehrte sodann nach Norden zurück, gerade gegen den herrschenden Wind und die Steuerbordseite des Schiffes, dessen Kurs nun gegen Osten abgesteuert wurde, in der Hoffnung, jene hinter dem Schiffe vorüberlassen zu können. Sie näherte sich jedoch so schnell, daß wir uns genöthigt sahen, zu unserem gewöhnlichen Zufluchtsmittel, nämlich einer Kanonensalve, zu greifen, um jede mögliche Gefahr abzuwenden. Nachdem wir mehrere Schüsse auf sie abgefeuert hatten, wovon besonders Einer in der Höhe von einem Drittheil ihrer ganzen Größe, vom Fuße an gerechnet, gerade durch sie hindurchgegangen war, schien sie Anfangs wie in zwei Theile zerschnitten, die nach verschiedenen Richtungen hin sich bewegten, als ob sie von entgegengesetzten Winden umhergetrieben würden, sich sodann wieder auf eine kleine Weile vereinigten, und endlich in einer schwarzen Wolke und unter einem Regenschauer verschwanden. Zur Zeit, da sie durch die Wirkung des Schusses, oder vielmehr durch die aus der Entladung mehrerer Kanonen hervorgegangene Erschütterung der Luft getrennt ward, befand sich ihre Grundlage etwa eine halbe Meile vom Schiffe entfernt, und bedeckte einen Theil der Wasserfläche von wenigstens einem halben Büchsenschuß oder auch 300 Fuß im Durchmesser, von einem Ende des Siedkreises bis zum andern gerechnet. Der Hals der Wolke, in den sie sich entlud, schien eine Höhe von 40 Grad im Quadranten zu haben, während die Wolke selbst oben und im Umfang einen bedeutenden Raum einnahm. Wenn wir nun die Entfernung des Schiffes bis zur Grundfläche auf etwas mehr als ein Drittheil einer Seemeile, d. h. auf 2050 Fuß berechnen, und den Winkel nach der Spitze der Hose zu 40

Grad annehmen, so werden wir für die senkrechte Höhe gegen 1720 Fuß oder nahezu den dritten Theil einer Landmeile bekommen. Einige Augenblicke bevor, ehe sie barst, beobachteten wir zwei andere kleinere Wasserhosen gegen Süden; diese dauerten jedoch nur sehr kurze Zeit."

Wenn Kapitän Napiers Berechnung der Höhe der Wasserhose sich der Wahrheit nur einigermaßen nähert, so wird dadurch die Theorie, welche das Phänomen der Bildung eines Vacuums zuschreibt, gänzlich umgestoßen. Flüssigkeiten steigen nämlich in luftleeren Röhren nur bis zu der Höhe, wo sie eine Säule atmosphärischer Luft von der nämlichen Grundfläche genau im Gleichgewichte halten. Das Wasser wird diesem Gesetz zu Folge bis zu der Höhe von etwa 32 Fuß steigen, wie dieß in den Pumpen geschieht. Wenn nun diese Kraft bei Bildung der Wasserhosen überhaupt thätig ist, so muß sie durch ein weiteres Agens unterstützt werden; welches aber dieses sey, kann bei dem gegenwärtigen Stande unserer Kenntniß von der Sache nicht bestimmt werden. Sie kann das Resultat einer electrischen Anziehung seyn, die von den verschiedenen electrischen Zuständen der Wolke und des aufsteigenden Fluidums abhängig ist, oder mag auch durch die Rotationsbewegung der Luft hervorgebracht werden.

Bewegung des Meeres.

Das Meer ist einer dreifachen Bewegung unterworfen: es wird bewegt durch den Wind, welcher Wellen erzeugt, durch die Ebbe und Fluth, die von der Anziehungskraft des Mondes herrührt, und durch Strömungen, die unter verschiedenen Umständen und aus mancherlei Ursachen entstehen. Wir müssen ihrer sämmtlich in Kürze erwähnen.

Wellen.

Die Wellen sind die nothwendigen Ergebnisse der Gesetze, unter welchen alle Flüssigkeiten stehen. Wenn das Niveau einer Flüssigkeit gestört ist, so wird immer ein Bemühen verhanden seyn, das Gleichgewicht wieder herzustellen, und eine Masse Fluidum wird nach der Stelle fließen, wo ein leerer Raum entstanden ist. Der Wind, der die Oberfläche der See bewegt, thürmt, so zu sagen, Wasserrücken auf, wodurch schmale Einschnitte gebildet werden, in die das Wasser auf allen Seiten einzufließen strebt. Jene Strömung theilt sich nun weiter mit und erstreckt sich über einen größeren oder geringeren Raum, je nach der Kraft der störenden Ursache, so daß Woge auf Woge rollt und den Aufruhr der wilden Wasser vermehrt. Daraus erklärt sich auch der Umstand, daß die Wellen, wenn sie eine Zeitlang in Bewegung waren, nicht gleich wieder in Ruhe versinken, sobald der Wind aufhört, sondern das Niveau sich nach und nach

wieder herstellt, indem die Wellen kleiner und kürzer werden, bis sie die Oberfläche nur noch sanft kräuseln.

Den Seeleuten ist bekannt, daß in den verschiedenen Meeren ein großer Unterschied in der Erscheinung und den Wirkungen der Wellen stattfindet. Es ist häufig behauptet worden, die Wellen der britischen Meere seyen schneller und heftiger, und werden von den Seefahrern weit mehr gefürchtet, als die langsamen, breiten und schweren Wogen des Meerbusens von Biscaya. Die Einbildungskraft kann sich kaum denken, wie eine so ungeheure Wassermasse bis zu einer Höhe von 100 Fuß am Bell-Rock-Leuchtthurm hinaufrollen sollte, und doch ist dieß schon oft geschehen, und Macdonald, der sich während der Stürme im Oktober 1824 dort befand, erzählt, daß die ungebrochenen Wellen bis zu einer Höhe von 64 Fuß, ja sogar bis zu 90 Fuß hinaufgestiegen seyen, sich dann getrennt und nach der Windseite des Hauses geworfen haben, so daß dieses gleichsam am Ende einer langen Allee von Wogenkämmen gestanden.

Wenn sich die vom Winde erzeugten Wellen am Uferrande stoßen, so entstehen Brandungen. Diese können je nach der äußeren Gestalt des Gestades und dem durch jene veranlaßten Widerstande mehr oder minder heftig seyn; an flachen Küsten verschwinden sie z. B. beinahe ganz, indem sie sich allmählig zertheilen; je zerklüftete Küsten aber, und besonders solche, an welchen die Wassermasse über vereinzelte Untiefen oder Felsenriffe weggeschoben wird, zeigen eine starke Brandung, die sich oft zu ganzen Wasserwänden steigert, die sogenannten Barres. Die starke Brandung an steilen Küsten entsteht dadurch, daß die vorderste Woge immer am Ufergestein aufgehalten und von der unmittelbar darauf folgenden gehoben wird, bis sie in kleinere, rückwärts stürzende Wellen sich zertheilt, den zur Küste herandrängenden also entgegenwirkt, und hiedurch eine stürmische, oft weithin fühlbare Bewegung veranlaßt.

Die Größe der Wellen hängt mit der Größe und Tiefe der Meere zusammen; je tiefer und ausgedehnter diese, desto höher und länger sind die Wellen; im mittelländischen Meere und der Ostsee sind sie selten höher als 8 Fuß über das gewöhnliche Niveau; dagegen im Stillen Ocean nach Horner 25—30 Fuß, so daß also die Differenz von der tiefsten Sohle des Wellenthales bis zum höchsten Kamm der Woge 50—60 Fuß beträgt. Die Länge der Wellen ist je nach der Gewalt des Windes verschieden; die längste, seither beobachtete, südlich von Neuholland gesehene Welle maß 150 Metres. Ihre Breite beträgt gewöhnlich mehr als die Länge und Höhe, oft mehr als das 500fache der letztern; beim Zusammentreffen mehrerer aber verschmälern sie sich sämmtlich, indem sie in eine Spitze zusammenlaufen. Die mittlere Geschwindigkeit der Wellen soll nach Thom-

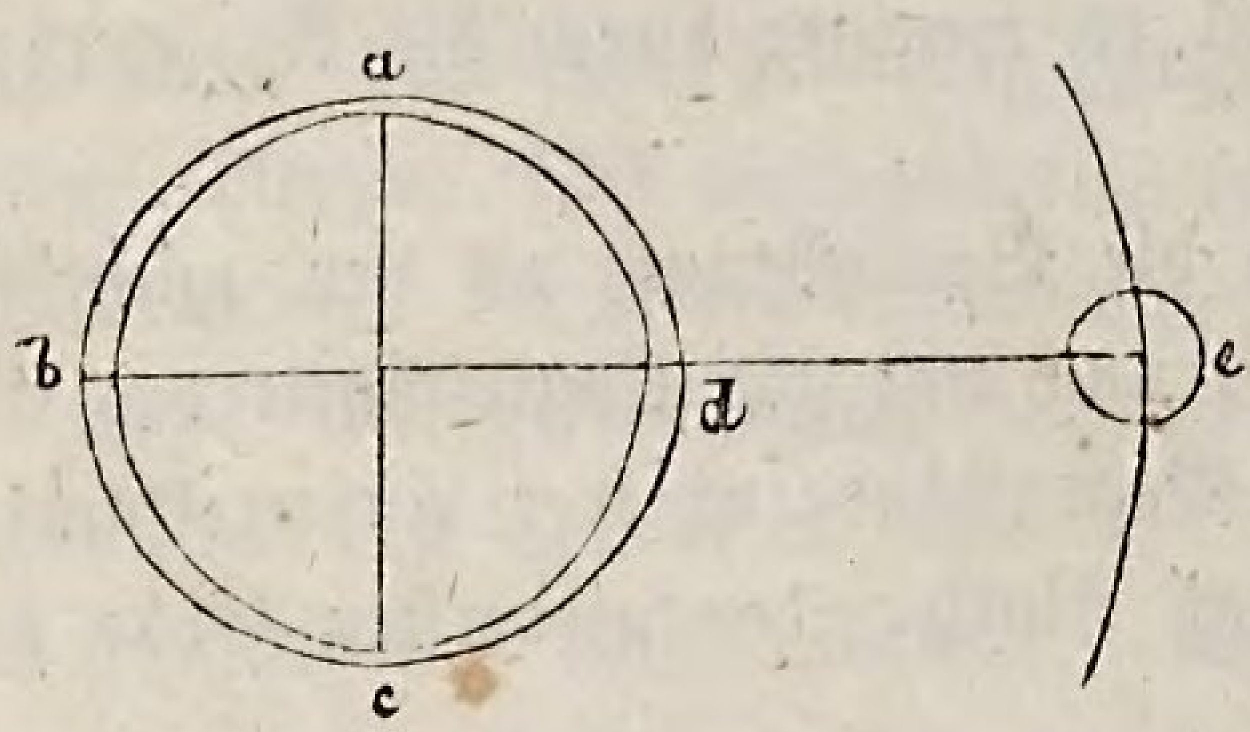
pson etwa 29 $^1/_2$ englische Meilen für die Stunde betragen. — Der Wellenschlag reicht nicht tief unter die Oberfläche des Meeres hinab, und soll schon in einer Tiefe von etwa 20 Klaftern ganz verschwinden, weßhalb denn die Perlentaucher selbst bei stürmischem Wetter ihrem Gewerbe nachgehen können.

Zwei deutsche Gelehrte, die Gebrüder Weber, haben der Theorie der Wellen große Aufmerksamkeit geschenkt, und hierin sehr dankenswerthe Resultate erzielt, welche sie in ihrer „Wellenlehre, auf Experimente gegründet," Leipzig 1825, niedergelegt haben. Wir können uns nicht versagen, einige ihrer interessantesten Behauptungen hier zu citiren. Sie sahen z. B., daß jede Welle, während sie sich fortbewegt, ihr Wasser an der Oberfläche erneuert, und zugleich die Wassertheilchen unter ihr bis zu bedeutender Tiefe in eine umkreisende Bewegung versetzt. Der Wellenschlag des Meeres hat eine höchst unbedeutende forttreibende Kraft; Körper, welche auf dem Meere schwimmen, werden nur am vorderen Wellenende gehoben und sinken am hinteren wieder herab, ohne ihren Ort zu verändern; nur stärkere Winde und hiedurch bewirkte anhaltende Bewegung der Wellen nach Einer Richtung hin können ein Forttreiben schwimmender Körper bewirken; bei gewöhnlichem Wellenschlag ist dieß kaum möglich. Die Schiffe also, welche vom Sturm verschlagen werden, sind stets durch die Wirkung des Windes, nicht durch die der Wellen fortgetrieben. Flaschen u. s. w., welche aus Schiffbruch leidenden Fahrzeugen ausgesetzt werden, findet man immer in ganz unbeträchtlicher Entfernung von den Punkten vor, welche die darin enthaltenen Papiere u. s. w. als die Orte ihrer Aussetzung angeben. — Damit darf man freilich diejenigen Gegenstände, wie Palmbäume, Früchte der Antillen, Leichen amerikanischer Eingeborenen u. s. f. nicht verwechseln, welche von Meeresströmungen an die Küsten Europa's getrieben werden, und die z. B. bei Columbus die Ueberzeugung von der Möglichkeit der Auffindung eines großen westlichen Continentes bestärkte. Von den Meeresströmungen werden wir weiter unten ausführlicher reden.

Die Gezeiten (Ebbe und Fluth).

Die beständigste und wichtigste Bewegung des Meeres ist diejenige, welche aus der Anziehungskraft der Sonne und des Mondes entsteht. Man war schon seit langer Zeit der Ansicht, daß die Gezeiten, wie man jene Schwingungsbewegung genannt hat, in einer gewissen Verbindung mit der Lage des Mondes stehen; und schon Pythias, Plinius, Ptolemäus und andere alten Astronomen erklären sich zu Gunsten dieser Lehre. Galilei, Descartes, Keppler und Andere nehmen gleichfalls dieselbe Ursache an. Ihre Andeutungen hierüber sind jedoch noch höchst

unbestimmt. „Der Kreis der Anziehungskraft des Mondes," sagt der berühmte Keppler, „erstreckt sich bis zur Erde herab, und zieht das Wasser unter der heißen Zone an. Jene Kraft wirkt hauptsächlich auf solche Stellen, wo der Mond vertikal steht, und zwar unmerklich auf eingeschlossene Meere und Meerbusen, merklicher aber auf den Ocean, dessen Becken groß sind, und dessen Gewässer die Freiheit der Abwechslung haben, d. h. ungestört steigen und fallen können." — Es war Newton, dem größten Naturphilosophen, vorbehalten, die Natur der Mondanziehung und die Gesetze, durch welche jene Kraft regiert wird, zu bestimmen. Bei der Größe der auf der Erdoberfläche befindlichen Wassermasse besteht eine beständige Schwingung, d. h. ein abwechselndes Ebben und Fluthen. In sechs Stunden steigt das Wasser von seinem niedersten Niveau bis zu seinem höchsten, und nachdem es dort einige Minuten verweilt hat, fällt es in dasselbe Niveau zurück, das es bei niederem Wasserstande inne hatte. Die ganze Periode, die darüber hingeht, bis die See an irgend einem Orte wieder dasselbe Niveau hat, beträgt 12 Stunden und 50 Minuten. Die Zeit der Fluth aber kommt an jedem Tage 50 Minuten später als am vorhergehenden, was mit der Bewegung des Mondes übereinstimmt, der auch jeden Tag später als am vorhergehenden aufgeht und seinen Umlauf etwa in 30 Tagen vollendet. Die gewöhnlich hiefür angeführte Ursache ist die Verminderung der Schwere des Wassers.



abcd sey die Erde, und e der Mond. Derjenige Theil der Erde, der dem Mondkörper am nächsten liegt, muß nothwendig am meisten von seiner Anziehungskraft afficirt werden, weil die Schwerkraft in dem Verhältnisse zunimmt, als das Quadrat der Entfernung abnimmt. Die in d, als der dem Monde zunächst gelegenen Seite der Erde, befindlichen Gewässer werden daher stärker angezogen werden als die Centraltheile ac, und diese wieder mehr als die ganz entgegengesetzte Seite b. Man muß ferner in Betracht ziehen, daß die Anziehungskraft in geraden Linien wirkt, und wenn sie auf den Rand eines Körpers, wie in a und c, einwirkt, das Fluidum eher sinken als steigen macht, indem sie dasselbe dort so viel als möglich nach dem, dem anziehenden Körper zunächstgelegenen Punkte zieht. Zu gleicher Zeit aber wird das Wasser auf der von dem Monde abgekehrten Seite der Erde steigen — der Ocean nimmt daher in beiden Halbkugeln eine sphäroidische Gestalt an, und es wird an zwei entgegengesetzten Punkten der Erde Fluth

seyn. Der Mond ist aber nicht der einzige Körper, der eine Anziehungskraft auf den Ocean übt; die Sonne wirkt ebenfalls darauf ein, und in der That ebenso sämmtliche Planetenkörper, indem jeder Theil der Materie einen Einfluß auf jeden andern Theil hat. Da die Sonne weit größer ist, als der Mond, so könnte man glauben, sie müsse den größten Einfluß auf die Gewässer unseres Planeten haben; allein ihre Entfernung ist ungleich größer, als die des Mondes, und somit hat sie eine weit geringere Wirkung. Dennoch aber ist es nothwendig, ihren Einfluß in Betracht zu ziehen, und da dieser Gegenstand einer der interessantesten und wichtigsten ist, die mit den auf dem Ocean beobachteten Phänomenen in Verbindung stehen, so werden wir ihn etwas näher untersuchen müssen.

Es wird dem Leser nicht recht klar seyn, warum die Gewässer auf der von dem Monde am meisten abgekehrten Seite steigen sollten, während er sich recht gut erklären kann, warum dieß auf der jenem zunächst gelegenen Seite geschieht. Wenn man sich zu Gemüthe führt, daß das Wasser, in Folge des Unterschieds der Anziehungskraft an der Oberfläche und am Mittelpunkt, gegen den Körper hingezogen wird, so wird die ganze Sache klar werden. Der Ocean wird nämlich auf der dem Monde zunächst gelegenen Seite der Erde gegen diesen gezogen, weil er, der Ocean, mehr von dem Monde angezogen wird, als der Mittelpunkt der Erde; und der Ocean auf der entgegengesetzten Seite steigt, weil der Mittelpunkt mehr angezogen wird als er, und das Wasser demnach gleichsam von dem Mittelpunkt der Erde zurücktritt, weil es weniger durch die Anziehungskraft afficirt wird.

Wir wollen uns nicht näher in die Betrachtung all der wichtigen Fragen einlassen, die sich an den Ursprung und die Ungleichheit der Gezeiten knüpfen, sondern nur noch zwei Gegenstände unserer Aufmerksamkeit würdigen: den Ursprung der Ebbe und Fluth, der niedersten Ebbe und der Springfluth.

Der Mond durchschneidet den Meridian eines jeden Ortes an der Oberfläche der Erde (in Folge der täglichen Umdrehung der Erde) einmal in 24 Stunden 50 Minuten. Es müßte daher an jedem Orte einmal in 24 Stunden und 50 Minuten eine Fluth erscheinen, nämlich dann, wenn der Mond den Meridian des Ortes durchschnitten. Allein die Zeit der Fluth fällt mit der Zeit, wo sich der Mond im Meridian des Ortes befindet, nicht zusammen. Die Ursache hievon ist klar, indem das Wasser, nachdem es einmal in Bewegung gesetzt ist, noch etwas zu steigen fortfährt, wenn der Mond bereits den Meridian des Orts passirt hat, und obgleich die größte Kraft des Mondes nachher auf andere Stellen wirkt, so fährt er doch fort, die Wasser auch noch an diesem Punkte anzuziehen, nur in einem

geringeren Grade. Wir haben aber bereits gesehen, daß eine Fluth auch an dem Orte eintritt, der am weitesten vom Monde entfernt ist, weßhalb es zwei Fluthen während Einer Umdrehung gibt. Es folgt ferner daraus, daß es auch zwei Ebben geben muß, die dann eintreten, wenn der Ort um 90 Grad von den Punkten entfernt ist, an welchen die Fluth stattfand.

Bei dieser Auseinandersetzung haben wir den Einfluß der Sonne nicht in Betracht gezogen. Ungeachtet aber dieser Körper sich in einer weit größeren Entfernung von der Erde befindet, als der Mond, und daher auch einen weit geringeren Einfluß auf den Ocean hat, so darf er doch bei einer Theorie der Gezeiten nicht ganz außer Acht gelassen werden, denn er wirkt auf dieselbe Weise, nur in einem geringeren Grade. Es gibt Zeiten, wo Sonne und Mond zugleich auf den Ocean wirken, dann hat das Wasser seine größte Erhebung, und es ist Springfluth. Wenn aber der Mond entgegengesetzt von der Sonne wirkt, so ist niederste Ebbe. Bewegte sich der Mond in der Ebene des Aequators, so würde die größte Fluth immer unter dem Aequator stattfinden und in den Polarmeeren gäbe es gar keine. Da sich aber der Mond in einer Bahn bewegt, die um mehrere Grade gegen die Bahn des Aequators geneigt ist, so müssen verschiedene Theile der Erdoberfläche nach und nach unter seinen Einfluß gerathen. Zur Zeit des Neu- und des Vollmondes wirken die beiden Lichtkörper gemeinschaftlich zur Erhebung der Gewässer des Oceans, und wir haben Springfluth; ist aber der Mond in einem Viertel, so wirken die Lichtkörper mehr oder weniger entgegengesetzt, und die niedere Ebbe ist ein Ergebniß hievon. Die entgegengesetzten Kräfte, die aus der Verschiedenheit der Bewegungen der beiden Anziehungskörper entspringen, müssen nothwendig eine große Unregelmäßigkeit in den Gezeiten zur Folge haben. Um die Periode und den Charakter dieser zu bestimmen, erfordert es daher ein genaues analytisches Raisonnement. Es muß jedoch bemerkt werden, daß wir das Vorhandenseyn dieser entgegengesetzten Kräfte dem Umstand zuschreiben können, daß die höchsten Fluthen immer innerhalb der Wendekreise, die niedersten Ebben innerhalb der Polarkreise vorkommen

Außer den bereits erwähnten Unregelmäßigkeiten in den Gezeiten gibt es noch andere, von denen wir besonders die Störung und Hemmung der Gewässer hervorheben wollen, welche durch Sandbänke und vorspringende Stücke Landes hervorgebracht wird. Die Gezeiten in Meerbusen oder Buchten, die an demselben Ufer liegen, können von einander verschieden seyn, während sie ohne jene störenden Ursachen in Beziehung auf Zeit und Höhe gleich seyn müßten. Wir müssen daher die Lage des Orts in Betracht ziehen, wenn wir die Höhe und Zeit der Springfluth berechnen wollen. Die Fluth der Nordsee braucht einige Stunden, um ihren Weg den

engen Kanal der Themse bis zur Londoner Brücke hinauf zurückzulegen. An einigen Inseln der Südsee steigt die Fluth gewöhnlich nicht höher als 2 Fuß. Zu Annapolis, in der Fundy-Bay in Nordamerika, hat sie eine Höhe von 120 Fuß. Zu St. Malo in der Bretagne und zu Bristol zeigt sich zwischen Ebbe- und Fluthgrenze ein Unterschied von 50 Fuß. Diese Angaben werden genügen, um den Einfluß der Localität auf die Gezeiten darzuthun. Dazu kommt noch die Wirkung des Windes, der das Steigen je nach Umständen vermehrt oder vermindert.

Viele größere Seen, besonders die auf S. 339 ffg. erwähnten großen Seen Nordamerika's, zeigen ziemlich regelmäßige Ebbe und Fluth, und ganz besonders sehr beträchtliche Fluthen. Man würde übrigens sehr irren, wenn man diese Erscheinungen der Einwirkung der Himmelskörper zuschreiben wollte; sie rühren vielmehr nur von den wechselnden See- und Landwinden her, und haben somit dieselbe Ursache gemein mit der Veränderung im Niveau der Ostsee, deren wir S. 347 erwähnten. Derselben Ursache sind auch die sogenannten Seiches des Genfersee's und eine Reihe analoger Niveauveränderungen an der Westküste von Frankreich, bei Algier u. s. f. zuzuschreiben. Die Seiches des Genfersee's bestehen in einem unregelmäßigen Steigen des Wassers ohne Wellenschlag, welches selten über eine starke Viertelstunde andauert, und an den engsten Punkten des See's, z. B. bei Genf, fünf Fuß, — an andern Orten nur wenige Zolle beträgt. — Diese Erscheinungen hängen sämmtlich von dem veränderten atmosphärischen Druck in Folge der wechselnden Winde ab. Außer den Seiches hat der Genfersee zuweilen noch andere Strömungen von West nach Ost, also dem Rhonelauf entgegengesetzt, Ladières genannt, deren Ursprung von dem unterirdischen Zufluß von Gewässern aus den piemontesischen Alpen herkommen soll, wenn die Schnee- und Eismassen der dortigen Gletscher von der Sommerhitze schmelzen. —

Meeresströmungen.

Wir gehen nun zu der Betrachtung der dritten Art von Bewegung über, welcher das Meer unterworfen ist — nämlich zu derjenigen, die durch Meeresströme erzeugt wird. Diese Ströme sind nach den Umständen, die ihre Bewegung reguliren, in Klassen eingetheilt worden, wovon die erste die beständigen, die zweite die periodischen, und die dritte die zufälligen und unbestimmten umfaßt. In dieser allgemeinen Skizze wird es jedoch nicht nothwendig seyn, daß wir unsere Bemerkungen auf die gegebene Eintheilung beschränken. In Beziehung auf ihre Ursachen können wir uns nicht so bestimmt aussprechen, wie bei Gelegenheit des Ursprungs der Gezeiten, indem wahrscheinlich mehrere Kräfte zugleich dabei thätig sind. Der

Unterschied in der Temperatur oder der Salzigkeit des Meerwassers und der daraus hervorgehende Unterschied in seiner specifischen Schwere, die Thätigkeit heftig bewegter Luft, das periodische Schmelzen des Polareises oder eine ungleiche Verdunstung können eine solche Störung veranlassen, oder können auch zwei oder mehrere dieser Ursachen zur Verwirklichung jenes Resultats zusammentreten. Bei dem gegenwärtigen Stande unserer Wissenschaft ist es äußerst schwierig, der einen oder der andern dieser Ursachen den positiven Ursprung eines Meeresstroms beizumessen. Unsere Kenntniß darüber ist eher eine negative als eine positive, so daß es oft leichter möglich ist, zu sagen, was die Ursache nicht ist, als was ist. Wir werden nun versuchen, die Richtung eines der bedeutendsten und beständigsten Meerströme anzugeben.

Der Floridastrom oder Golfstrom ist eines der merkwürdigsten Phänomene in der Hydrographie. Es ist dieß ein beständiger Wasserstrom, der im Golf von Mexiko entspringt und in einer gekrümmten Linie in den nördlichen atlantischen Ocean fließt. Die Richtung dieses Stroms wird größtentheils durch die Hindernisse bestimmt, welche den verschiedenen und universellen Bewegungen, denen das Wasser zu gewissen Zeiten unterworfen ist, in den Weg gelegt werden. Dieß wird sich klar herausstellen, wenn wir die Bewegung der See und die Richtung, die sie nimmt, verfolgen. Die großen Eismassen und die andern Substanzen, die von den Polarregionen nach dem Aequator gefluthet werden, beweisen, daß eine allgemeine Bewegung des Oceans in dieser Richtung stattfindet. Man wird sich auch erinnern, daß diese Strömung daran Schuld war, daß Capitän Parry's letzter Versuch, sich dem Nordpol zu nähern, fehlschlug, indem der Strom sein Schiff weit schneller gegen Süden trieb, als er es gegen Norden vorwärts zu bringen vermochte. Es ist sehr leicht möglich, daß die bereits bei Erklärung der Atmosphäre beschriebene Thätigkeit auch bei allen Ansammlungen von Wasser vor sich gehen mag, und es kann leicht ein oberer und ein unterer Strom vorhanden seyn, indem kaltes Wasser nach dem Aequator fließt und erwärmtes nach den Polen zurückkehrt. Das Wasser der arktischen Region wird aber nicht nur seiner niedrigen Temperatur wegen nach den Wendekreisen getrieben, sondern auch weil es weniger von den Himmelskörpern angezogen wird. Indem nun diese Wassermasse gegen den Aequator vorrückt, geräth sie unter den Einfluß einer größeren Centrifugalkraft; da sie aber nicht im Stande ist, zugleich auch die beschleunigte Bewegung der Erde anzunehmen, so wird sie, wenn wir uns so ausdrücken dürfen, von der Erde, die sich von Westen nach Osten dreht, zurückgelassen, und zeigt demzufolge die Erscheinung einer allgemeinen Bewegung von Osten nach Westen. Diese Wirkung wird

durch zwei weitere Ursachen: die Bewegung des Windes und die Gezeiten, unterstützt. Die Passatwinde haben eine allgemein westliche Richtung, und alle Seefahrer haben die Beobachtung gemacht, daß der Wind, wenn er eine beträchtliche Zeit lang auf einen Wasserkörper wirkt, stets eine oberflächliche Strömung bildet, die sich in derselben Richtung bewegt. Aber auch die Gezeiten haben überall, wo das Land keinen Einfluß auf sie übt, die nämliche Richtung, so daß drei Ursachen zusammenwirken, um eine westliche Strömung hervorzurufen. Diese Wirkung nun wird durch die Bildung der Küsten und die Hindernisse modificirt, welche sich in den Kanälen, in denen sie fließen, vorfinden. Durch diese allgemeine westliche Bewegung werden die Gewässer des atlantischen Meers von den Küsten Europa's und Afrika's gegen die Ostküste von Amerika getrieben, — eine Erscheinung, welche man unter dem Namen der großen Ostwestströmung, des Oststromes (auf Holländisch Dienung) begreift und in der Nähe des Aequators am stärksten wahrnimmt. Ohne den Kurs des Golfstroms oder die geographische Bildung, die seine Richtung ändert, in ihrer ganzen Ausdehnung zu verfolgen, wollen wir nur anführen, daß er, nachdem er in den Golf von Mexiko getreten ist, der mexikanischen Küste entlang nach der Südspitze von Florida geht, sodann seine Richtung ändert und mit großem Ungestüm nordwärts durch den Golf von Florida strömt, worauf er nach einigen Abweichungen nach dem südlichen Ende von Newfoundland gelangt. Sodann wendet er sich gegen Osten, passirt die Azoren, die Straße von Gibraltar, Madeira und die kanarischen Inseln und vollendet seinen Lauf, indem er sich mit den westlichen tropischen Strömen vereinigt.

Es gibt noch viele andere beständige Strömungen von großer Wichtigkeit für den Seefahrer. Auch die periodischen verdienen nicht weniger seine Aufmerksamkeit, sie dürfen jedoch passender in einem ausgedehnteren Werke, als dem vorliegenden, ihre Erledigung finden. Der Leser mag sich übrigens eine Idee von dem großen Hemmnisse oder dem mächtigen Beistand machen, welche aus diesen Meerströmen für den Seefahrer erfolgen, wenn wir ihm sagen, daß nach Humboldt der Golfstrom sich unter dem 26. und 27. Grad der Breite mit einer Schnelligkeit von 80 Meilen in 24 Stunden bewegt.

Wo sich Meeresströme an Felsenküsten brechen, da erzeugen sie hie und da Wirbel oder Strudel, in welchen das Wasser in kreisende Bewegung kommt und je nach Ebbe und Fluth in entgegengesetzter Richtung fließt. Hieher ist zu zählen der sogenannte Maëlstrom an der Nordwestküste von Norwegen, der zwei Meilen lang und 4 breit ist, und täglich 12 Stunden von Norden nach Süden und eben so lang von Süden nach

Norden strömt , übrigens erwiesenermaßen nur kleinen Schiffen gefährlich ist; ferner die schon den Alten bekannte Scylla und die Charybdis zwischen Calabrien und Sicilien. Die Scylla ist der gefährlichere Strudel, namentlich, sobald die Meeresströmung, welche sich an Siciliens Nordküste hinzieht, unter heftigem Winde mit dem längs der Küste Italiens herabkommenden Strome zusammenstößt und hohen Wellenschlag erzeugt; die eigentliche Scylla ist ein Fels, eine ausgehöhlte Klippe, in deren Löchern die anschlagenden Wellen ein weithin hörbares Geräusch verursachen. — Die Charybdis liegt bei Messina und besteht aus einem heftigen Strudel, gebildet aus verschiedenen Strömungen, welche mit einem Theil des durch die Meerenge strömenden Wassers zusammentreffen, und am Felsen des Leuchtthurmes von Calofaro eine fürchterliche Brandung verursachen, welche besonders während des Scirocco gefährlich ist. Indeß führen geübte Lootsen die Schiffe wohlbehalten durch die Scylla und Charybdis. — Die Ansicht, als ob Strudel tiefe Schlünde hegen, in welche sich das Meerwasser hinabstürzt, ist irrig und läßt sich dadurch widerlegen, daß derartig gebildete Strudel unaufhörlich wirken müßten, während bei weitem die meisten Strudel zur Zeit der höchsten Fluth und tiefsten Ebbe verschwinden. Möglich wäre es allerdings, daß das Einbrechen des Meeresbodens an einer Stelle solche Wirbel und Strudel veranlassen könnte; allein die beweisenden Beobachtungen und Thatsachen hiefür fehlen uns noch.

Chemische Zusammensetzung der Materie.

Nachdem wir nun die wichtigsten Erscheinungen, die an Land und Wasser vorkommen, auseinandergesetzt haben, sollten wir nach der natürlichen Reihenfolge unseres Gegenstandes die Aufmerksamkeit des Lesers auf die Frage lenken: aus was die Körper zusammengesetzt seyen, welche die Erde bilden? Diese Frage ließe sich jedoch unmöglich innerhalb der Grenzen einiger Blätter erledigen. Andererseits dagegen müßte dieß Werk sehr unvollkommen erscheinen, wenn wir gar keinen Versuch machten, dem Leser wenigstens so viel Kenntnisse hierüber beizubringen, daß er dadurch in den Stand gesetzt wird, die Zusammensetzung der Körper, die Elemente, aus denen sie bestehen, und die Gesetze zu begreifen, welche ihre Verbindung regieren. Die Wissenschaft der Chemie und der Mineralogie sind uns jetzt beide vollständig erschlossen, — Wissenschaften, welche während der letzten Jahre vielleicht größeren Zuwachs erhalten haben, als alle andern, und nun eine solche Menge von Thatsachen umfassen, daß wir nur durch eine bedeutende und lang andauernde Aufmerksamkeit auf diese interessanten Zweige des Wissens eine vollkommene Kenntniß derselben erlangen

können. Zu gleicher Zeit müssen wir uns aber zur Ermuthigung unseres Eifers daran erinnern, daß alle ökonomischen Processe in der Natur durch ihre Entscheidungen geregelt werden, und daß es wenige Dinge gibt, die an sich selbst so interessant sind und zu so vielen nützlichen Ergebnissen führen.

Urstoffe. (Elementar-Substanzen.)

Was besonders klar aus der Anschauung der Natur hervortritt, das ist die Einfachheit der Mittel, deren sich der Schöpfer zur Vollendung seiner Zwecke bediente. Die Hypothesen der Menschen sind verwickelt und mit Maschinerie überladen, die von der Gottheit angewendeten Methoden einfach und wirksam; und je mehr uns die Wissenschaft die Blätter aufschließt, auf denen die Geschichte der materiellen Existenz geschrieben ist, desto mehr müssen wir uns wundern, daß wir nicht augenblicklich auf eine so einfache Auseinandersetzung kamen. Die Gesetze, welche die Materie regieren, sind universell und bieten, wenn wir sie einmal begriffen haben, eine leichte Erklärung vieler und mannigfaltiger Erscheinungen, wenn auch gewisse kleine Differenzen mit unterlaufen, die entweder aus der Natur der Substanz, auf welche die Gesetze wirken, oder aus den Umständen entspringen, unter welchen sich die Kräfte entwickelt haben. Diese Einfachheit des Urplans geht eben so deutlich aus der Beschaffenheit der Körper hervor. Sämmtliche Verhältnisse der Bewegung und der Ruhe, denen die Materie unterworfen ist, lassen sich auf die Schwerkraft und die Centrifugalkraft zurückführen; ihre Zusammensetzung aber hängt von den Kräften der Cohäsion und der chemischen Verwandtschaft (Affinität) ab. Die Materie erscheint nur in drei Zuständen: als fester, flüssiger und gasiger Körper, und die chemische Zusammensetzung wird durch Kräfte regiert, die nicht schwierig zu erklären sind.

Eine oberflächliche Prüfung der Substanzen, aus denen die Körper auf Erden zusammengesetzt sind, könnte zwar zu der Ansicht führen, daß es eine ungeheure Menge Elementarprincipien geben müsse. Allein man hat durch die von der Chemie gebotenen Mittel gefunden, daß alle oder fast alle Substanzen Mischungen sind, und daß ihre Verschiedenheit in Form, Charakter und Eigenschaften aus der Verbindung einiger weniger einfacher Grundstoffe in verschiedenen Proportionen herzuleiten ist. Nach dem gegenwärtigen Stand der Chemie gibt es 60 Grundstoffe oder Stoffe, welche die Chemie bis jetzt noch nicht auseinander zu legen vermochte. Manche derselben besitzen gemeinschaftliche Eigenschaften, während andere einander in Charakter und Wirkung geradezu entgegengesetzt sind. Einige verbinden sich leicht mit den übrigen und werden in reicher Menge in der

Natur gefunden; andere dagegen lassen sich nur mit Mühe in ähnliche Verbindungen bringen, und man findet sie selten. Einige sind wesentlich nothwendig zur Erhaltung des gegenwärtigen Zustandes der materiellen und belebten Natur; andere dagegen scheinen so unwichtig zu seyn, daß ihre Vernichtung keine der gegenwärtigen Natureinrichtungen auch nur im Geringsten stören würde. Siebenundvierzig dieser einfachen Substanzen sind Metalle, und diese bilden durch Verbindungen unter einander und mit verschiedenen andern Substanzen den größten Theil der an der Erdoberfläche erscheinenden Materie.

Ehe wir uns eine Idee von der Art und Weise zu bilden vermögen, wie diese Grundstoffe mit einander verbunden sind, um all die verschiedenen Zustände, welche Land und Wasser charakterisiren, hervorzubringen, müssen wir zuerst die Bildung der Urkörper selbst und die Gesetze verstehen lernen, nach welchen ihre Verbindungen mit einander zu Stande gekommen sind. In der großen Werkstätte der Erde sind diese Grundsätze zu verschiedenen Zeiten so zusammengebracht und einander auf eine Weise untergeordnet worden, daß dadurch die Mischungen zum Vorschein kamen, welche gegenwärtig theils in großen Massen als Gesteinarten, theils in kleineren Quantitäten als Mineralkörper und Erze gefunden werden. Allein alle diese Mischungen haben sich nach denselben allgemeinen Gesetzen gebildet, die jetzt die Verbindung der Theile und Massen regieren; und die Kenntniß dieser Gesetze ist es, die uns die Mittel an die Hand geben muß, um die vielen Schwierigkeiten zu erklären, welche sich beim Versuch einer Erklärung des gegenwärtigen Zustandes aller mineralischen Substanzen ergeben.

Cohäsion.

Man war lange der Ansicht, daß die Materie in's Unendliche theilbar sey. In einem gewissen Sinn ist dieß allerdings wahr. Andererseits aber unterliegt es keinem Zweifel, daß sie aus gewissen endlichen Theilchen oder Atomen besteht, die keine Theilung oder Aenderung mehr zulassen. Dieß ergibt sich nicht nur aus der wirklichen Wahrnehmung der Theilchen selbst, sondern man schließt es aus den Umständen, unter denen sich die Urstoffe und ihre Mischungen mit einander verbinden. Die Idee der Größe braucht nicht nothwendig mit unserem Begriff eines endlichen Theilchens verbunden zu seyn. Aus unserer Kenntniß von der großen Theilbarkeit der Materie geht aber hervor, daß jene Theilchen unbegreiflich klein sind und weit außer dem Bereiche unserer Sinne liegen. Beweise hiefür finden wir, wir mögen nun mineralische oder vegetabilische oder animalische Substanzen untersuchen. Mit Hülfe starker Vergrößerungsgläser hat man Thierchen entdeckt, die so klein sind, daß eine Million derselben nicht ein-

mal die Größe eines Sandkorns erreichen würde. Keine Entdeckung ist geeigneter, um uns von der großen Theilbarkeit der Materie zu überzeugen, denn diese Kreaturen besitzen alle Organe und Glieder, die sie zur Bewegung und zur Befriedigung ihrer Bedürfnisse nöthig haben, welche letztere ebenso reell sind, als die der größeren Thiere. Aber so klein sie auch sind, so muß doch das, wovon sie sich nähren, noch kleiner seyn, und es ist sogar möglich, daß sie lebende Wesen fressen, die auf einer noch niedrigern Lebensstufe stehen, als sie selbst. Auf diese Weise können wir die Materie bis zu Formen verfolgen, die so klein sind, daß sie ebensowohl allen Begriff, als die Anwendung des Gesichtes ausschließen.

Wenn aber auch die Materie in dieser außerordentlich kleinen Form existirt und hier noch theilbar ist, so gibt es doch auch eine Grenze, über welche hinaus sie nicht mehr getheilt werden kann, d. h. es gibt endliche Stofftheilchen. Jede Substanz besteht aus einer Anzahl endlicher Theilchen, die vermöge einer gewissen Kraft mit einander verbunden sind, und diese Kraft heißt Cohäsion. Gäbe es keine Kraft, durch welche die Atome an einander gebunden werden könnten, so müßte alle Materie in lockern unverbundenen Theilen vorhanden seyn, und keiner der Zustände der Materie, die wir jetzt wahrnehmen, hätte jemals ins Daseyn treten können. Diese Cohäsionskraft ist aber nicht unter allen Umständen gleich mächtig. Hierin liegt der Grund, warum die Materie als fester, als flüssiger oder als luftartiger Körper vorhanden seyn kann. Am stärksten wirkt sie in den festen Körpern, obschon keineswegs die Theile aller festen Körper durch gleich starke Kräfte mit einander verbunden sind. Es gibt Substanzen, deren Atome einen weiten Kreis der Anziehungskraft zu haben scheinen, was ihnen die Eigenschaft der Elasticität gibt. Das Gummi-elasticum z. B. kann bis zu einer großen Länge gezogen werden, was eine Trennung der Theile in einer größeren Entfernung, als sie gewöhnlich annehmen, verursachen muß; sobald aber die Kraft, welche die Theilchen trennt, zu wirken aufhört, ziehen sie sich wieder zusammen und nehmen ihre ursprüngliche Lage wieder an. Dieselbe Kraft kann auf die Metalle angewendet werden, ohne jedoch eine Ausdehnung hervorbringen zu können; wenn die Kraft hier so lange gesteigert wird, bis sie die Cohäsion überwältigt, so entsteht ein Bruch, nicht aber Elasticität. Aus diesem einfachen Experimente mögen wir also lernen, daß die Kraft der Cohäsion in festen Körpern eine verschiedene ist, indem sie das eine Mal eine so weite Sphäre hat, um eine große Dehnbarkeit hervorzubringen, das andere Mal aber eine kleinere Sphäre, dagegen aber eine größere Kraft besitzt, wobei sich die Aenderung in diesen beiden Charakteren nach der Natur der endlichen Theile richtet.

Die Festigkeit ist ein zufälliger Umstand, sofern wir einen Zustand so nennen dürfen, der durch feste und unwandelbare Gesetze regiert wird. Diese Gesetze sind jedoch nicht von der Art, daß sie einen festen Körper an der Annahme einer andern Form verhindern. Wir finden im Gegentheil, daß derselbe je nach seiner Lage flüssig oder luftartig werden kann. Die Wärme ist dasjenige Agens, durch welches diese Veränderungen hauptsächlich vermittelt werden. Indem sie nämlich in die Ur-Theile einer Substanz eindringt, wird sie in der That ein Theil derselben; und wenn diese Substanz im festen Zustande ein einfacher Körper ist, was übrigens bezweifelt werden kann, so ist sie dieß nicht mehr, wenn sie die flüssige oder Dunstform annimmt, sondern erscheint nur als Mischung eines Elements mit Wärmestoff. Man nimmt an, daß die Theile eines festen Körpers eine bestimmte und beständig gleiche Lage zu einander haben, so zwar, daß die Bewegung eines Theils sich allen andern mittheile. Der flüssige Körper dagegen charakterisirt und erzeugt sich sogar eben dadurch, daß die Theile eine unumschränkte Bewegung unter einander haben. Die Cohäsionskraft muß daher in den festen Körpern stärker als in den flüssigen seyn. Ja man darf beinahe annehmen, daß Gase und Dünste aus der Zerstörung der Cohäsionskraft entspringen. Diese wird nämlich durch das Princip der Wärme so neutralisirt, daß die vorher durch eine mächtige Anziehungkraft verbundenen Theile nun durch eine nicht weniger energische Repulsionskraft getrennt werden.

Was den Ursprung der Eigenschaften der Materie: Härte, Zusammenhalt, Zähigkeit, Dehnbarkeit und andere mehr betrifft, so sind die Naturforscher über denselben noch nicht im Reinen; und es müssen in der That erst mehrere schwierige Fragen entschieden werden, ehe den hierüber aufgestellten Theorieen auch nur ein Schein von Gewißheit beigelegt werden kann. Es lassen sich vier verschiedene Hypothesen denken. Wir können annehmen, die Eigenschaften eines Körpers entspringen aus dem verschiedenen Grade der Stärke der Cohäsionskraft. In diesem Falle aber müssen wir die Ursachen nennen, welche durch die Wirkung auf Elemente und Mischungen eine Veränderung in der Stärke jener Kraft hervorzubringen vermögen, wie auch ferner, vermittelst welches Processes jene Kraft eine Substanz dehnbarer machen kann, als die andere. Wenn Eigenschaften von physikalischer Natur der Materie selbst beigelegt werden sollen, so muß man nothwendig darthun, daß zwischen der Materie der einen Substanz und der einer andern ein wesentlicher Charakterunterschied stattfinde, und daß die Eigenschaften, durch welche sie sich von einander unterscheiden, nicht den verschiedenen Umständen zuzuschreiben seyen, unter denen die Materie erscheinen kann. Sie der Form der Theile zuschreiben zu wollen,

hieße in die Elemente alles philosophischen Wissens eingreifen. — Oft führt man auch die eigenthümliche Verbindung der Theile als einen Grund für die Eigenschaften der Materie an. Diese Erklärung empfiehlt sich durch mannigfache Beweise, und wird durch genau ermittelte Thatsachen unterstützt. An und für sich betrachtet, ist sie eine unerhebliche Ursache; wenn aber anerkannt wird, daß die Agentien, welche auf die Massen wirken, eine ähnliche Wirkung auf die einzelnen Theilchen haben, so verschwinden fast alle Schwierigkeiten. Diese Bemerkungen führen uns zugleich zu einer Betrachtung des Phänomens der Krystallisation.

Krystallisation.

Man hat die Krystallisation häufig als ein unterscheidendes Merkmal des Gesteins angeführt. Die Mineralien können sich entweder in unregelmäßigen, formlosen Massen bilden — amorph seyn, wie man mit dem technischen Ausdrucke sagt — oder vermittelst der besondern Einrichtung ihrer Theile regelmäßige geometrische Formen annehmen, d. h. krystallisiren. Die Wirkungen, welche in der Natur beobachtet werden, lassen sich nach Belieben im Laboratorium nachahmen, und so kann der Naturforscher die Ursachen, welche die eine Form hervorbrachten, aus einer Kenntniß derer ableiten, welche die andere vollendeten. Wenn eine Flüssigkeit allmählig in einen festen Zustand übergeht, so haben die Theile einen freien Verkehr unter sich, der durch die Bewegung der Masse nicht gestört wird. Die Substanzen nehmen keine Formen aufs Gerathewohl an, d. h. sie neigen sich niemals bald zu dieser, bald zu jener Krystallgattung hin, sondern sie haben ihre eigenthümlichen Gestaltungen. Der Flußspath krystallisirt in Würfeln, Kalkspath in Rhomboëdern, Magneteisen in Oktaëdern und dgl., und andere Substanzen haben ebenfalls bestimmte Strukturen, so daß eine enge Verbindung zwischen dem Charakter der Substanz und der Form ihrer Krystalle zu bestehen scheint. Dieses Factum ist von großem Werth für die Mineralogen und Chemiker. Aeußerliche Charaktere führen im Allgemeinen irre, und wer sich nicht lange mit der Untersuchung mineralogischer Gegenstände abgegeben hat, darf sich nicht auf sie verlassen. Viele Substanzen können dieselben Farben, denselben Glanz und Grad der Härte und andere gleiche Eigenschaften haben, so daß diese nicht als ihre Eigenthümlichkeiten betrachtet werden können, obschon sie in gewisser Beziehung Unterscheidungspunkte sind. Allein alle diese Eigenschaften können durch eine theilweise Vermischung mit einem zufälligen Ingrediens oder durch gewisse Umstände, unter welche der Körper, der sie besitzt, gerathen mag, verloren gehen. Diese Bemerkungen lassen sich nicht eben so passend auch auf die Krystallisation anwenden. Ein Beobachter mag ohne Zweifel aus der Form der

Krystalle darthun, was eine Substanz nicht ist, aber er wird nicht immer im Stande seyn, zu sagen, was sie ist, da viele Substanzen dieselbe Form annehmen können. Wir können uns jedoch mit weit größerer Sicherheit auf Krystallographie, als auf Farbe, Härte und andere Eigenschaften verlassen, welche unter Leitung jenes anderen, besser anwendbaren Principes immerhin schätzbare secundäre Hülfsmittel sind.

Ohne uns auf eine weitere Besprechung dieses Zweiges der Wissenschaft einzulassen, oder die von Professor Mitscherlich gemachte Entdeckung weiter zu verfolgen: daß nämlich verschiedene Substanzen die Eigenschaft haben, dieselbe krystallinische Form anzunehmen, und in der Zusammensetzung für einander substituirt werden können, ohne daß dadurch der äußere Charakter der Mischung verändert werde — wollen wir zugleich der Schwierigkeiten erwähnen, welche die Erklärung dieses Phänomens begleiten. Ueber die Ursache der Krystallisation sind schon viele Ansichten aufgestellt worden und werden es noch immer. Es war früher eine Lieblingstheorie der Gelehrten, daß die endlichen Theile aller Materie eine kugelähnliche Form haben, und daß die Gestalt eines Krystalls der Anordnung und Zahl dieser Theilchen, ganz unabhängig von ihrer Natur, zugeschrieben werden könne. Professor Mitscherlich ist der Ansicht, daß isomorphische Elemente, d. h. Elemente, die dieselbe Form haben, auch ähnliche Krystalle erzeugen. Dr. Prout behauptet, die Atome der Körper seyen kugelähnlich und durch zwei Gattungen Polarkraft bewegt, wovon die eine in der Richtung der Axe, die andere in der des Aequators wirke. Da die electrischen und magnetischen Kräfte diese Beziehung zu einander haben, so hält er sie für analog, wo nicht für identisch mit den krystallisirenden Kräften. Diese Theorie läßt sich durch gute und triftige Beweisgründe aufrecht erhalten.

Chemische Anziehung.

Wirkte keine andere Kraft als die Cohäsion auf die Theile der Materie, so müßten alle Theile gleich geneigt seyn, sich miteinander zu verbinden. Es ist aber allgemein anerkannt, daß es einige Substanzen gibt (wie Oel und Wasser), die sich nicht miteinander vermischen lassen. Es muß daher bestimmt werden, warum sich einige Mischungen leicht vereinigen, andere dagegen eine Verbindung versagen. Es gibt eine Kraft, Affinität oder chemische Anziehung genannt, welche von der Cohäsion gänzlich verschieden ist, und dieser müssen wir die Verwandtschaft zuschreiben, welche zwischen gewissen Urstoffen besteht. Eine genaue Kenntniß der Umstände, unter denen diese Kraft wirkt, ist für den Chemiker nothwendig, indem er alle seine Operationen darnach reguliren muß,

und nicht weniger nothwendig ist sie für ihn bei seiner Beobachtung der Naturoperationen, da sie all die verschiedenen Formen, die er an den mineralischen Substanzen wahrnimmt, erklärt.

Die Affinität ist eine Kraft, welche auf die feinsten Theilchen wirkt, indem durch sie verschiedene Elemente vereinigt und so Substanzen hervorgebracht werden, welche Eigenschaften besitzen, die von denjenigen, welche die Urstoffe auszeichneten, mehr oder weniger abweichen. Aus dieser Definition dürfte man schließen, daß die Sphäre der Anziehung oder, wie man bildlich und besser sagt, der chemischen Verwandtschaft, eine geringe sey, und sie wirkt in der That nur, wenn die Theile in offenbarer Berührung stehen, indem jede Ursache, die sie trennt, nothwendig auch die Thätigkeit der chemischen Anziehungskraft zu verhindern strebt.

Die Cohäsion ist eine Kraft, welche der Thätigkeit der Affinität entgegenwirkt. Dieß thut sie, indem sie die Theile an einer Berührung miteinander verhindert. Im festen Zustand wirken die Körper selten chemisch aufeinander, da ihre Theile nicht so nahe gebracht werden können, um die Einwirkung ihrer gegenseitigen Anziehungskraft möglich zu machen. Werden sie aber in eine flüssige Form verwandelt, d. h. wird die Cohäsion zerstört, so beginnt die Affinität zu wirken. Die Affinität wird häufig wirken, wenn ein flüssiger und ein fester Körper in Berührung gebracht werden. Um aber die Thätigkeit ganz zu sichern, müßte die Cohäsion so sehr als möglich verhindert werden. Dieß ist in vollendetem Maaße der Fall, wenn beide Substanzen flüssig gemacht sind; denn so gering auch die chemische Anziehungskraft zwischen zwei Stofftheilchen seyn mag, so wird sie hinreichend seyn, um eine Verbindung hervorzubringen. Hieraus dürfte man schließen, daß die Cohäsion der Theile gänzlich zerstört sey, sobald sie in den flüssigen Zustand übergegangen sind. Mechanische Zertheilung und erhöhte Temperatur tragen ebenfalls dazu bei, einen für die Verbindung passenderen Zustand herbeizuführen; allein die Cohäsion besteht hier noch fort, und alle die Processe vermögen nur die Energie der Kraft zu mindern, und der Thätigkeit der chemischen Anziehungskraft einen größeren Spielraum zu bieten.

Aus diesen Sätzen könnte man den Schluß ziehen, daß elastische Fluiden, die miteinander in Berührung gebracht wären, sich leicht vereinigen müßten, indem ja in diesem Falle die Cohäsion gänzlich zerstört ist. Allein es gibt im Gegentheile wenige Gase, die sich so verbinden; dieß muß der großen Repulsivkraft zugeschrieben werden, welche die Stofftheilchen in diesem Zustande umgibt, und sie in die Sphäre der chemischen Anziehungskraft zu gelangen verhindert. Die Elasticität kann jedoch als ein auflösendes Agens wirken, und thut dieß häufig, indem nichts gewöhnlicher

ist, als die Trennung zweier schwach verbundenen Substanzen, sobald die Mischung in eine gasige Form gebracht wird. Es gibt noch andere Umstände, welche die chemische Kraft in ihrer Wirkung auf die Stofftheile zu hindern streben. Nehmen wir hingegen an, daß dieselben entfernt seyen, so zeigt sich bei den Theilen der einen Stoffgattung eine Auswahl oder Vorliebe für die einer andern, wodurch, wenn sie sich vereinigen, eine dritte Substanz entsteht, die in Charakter und Eigenschaften von jedem der beiden Faktoren verschieden ist.

Das einfachste Beispiel chemischer Verwandtschaft ist, wenn sich zwei Substanzen miteinander mengen, wie sich Zucker in Wasser auflöst. Es gibt Substanzen, die sich auf diese Weise vereinigen, und wieder andere, die sich nicht miteinander verbinden lassen. Oel z. B. wird sich nie mit Wasser vereinigen; und so innig man sie auch vermischen mag, so werden sie sich doch alsbald wieder trennen, sobald die mechanische Kraft, die sie vereinigte, zu wirken aufhört. Zwischen diesen Extremen mag in Beziehung auf den Grad der an den Körpern erscheinenden Verbindungskraft eine große Nuancirung stattfinden, und dieselbe in einigen Fällen sehr thätig, in andern eben so schwach seyn.

Die Affinität zeigt sich aber bisweilen in einer verwickelteren Gestalt. Nicht alle Stofftheile werden mit derselben Kraft angezogen, sondern jeder Theil trifft gleichsam seine eigene bestimmte Wahl und verbindet sich immer vorzugsweise mit einer besondern Stoffgattung. So ist z. B. eine Mischung — die Anzahl ihrer Elemente mag seyn, welche sie wolle, wir wollen aber hier zwei annehmen — das Resultat der chemischen Anziehungskraft, aber die zwischen den Theilen vorhandene Affinität kann möglicherweise nicht so mächtig seyn, als die zwischen einem derselben und einem dritten Elemente bestehende. Bringt man daher die Mischung mit dieser dritten Substanz zusammen, so wird sich alsbald ein Proceß der Auflösung und der Wiedervereinigung bilden. Die Verbindung der zwei vereinigten Elemente wird gestört werden und eines derselben sich mit dem dritten Principe verbinden, wodurch eine von der früheren Mischung verschiedene Substanz erzeugt wird.

Aber es können noch weit verwickeltere Verwechslungen stattfinden. Es können zwei Mischungen von einer solchen Natur zusammengebracht werden, daß Ein Element einer jeden Verbindung eine größere Affinität zu einem Element der andern hat, als zu dem, mit welchem es eigentlich verbunden ist. Wenn dieß der Fall ist, so muß nothwendig eine doppelte Auflösung und Wiedervereinigung stattfinden. Eine solche doppelte Auflösung geschieht z. B., wenn eine Auflösung von salpetersaurer Pottasche in eine solche von schwefelsaurem Ammoniak gegossen wird. Die Schwe-

felsäure verläßt das Ammoniak und verbindet sich mit der Pottasche; die Salpetersäure verläßt die Pottasche und verbindet sich mit dem Ammoniak; so entstehen zwei neue Substanzen: schwefelsaure Pottasche und salpetersaures Ammoniak. Die Principien, worauf diese Erscheinung beruht, nennt man die chemische Wahlverwandtschaft.

Dieselben Gesetze, welche die Verbindung der Körper in kleinen Quantitäten regieren, helfen uns auch die Zusammensetzung und den Ursprung derjenigen Substanzen erklären, welche die Erdkruste bilden. Der Chemiker ahmt in seinem Laboratorium nur die Wirkungen der Natur im Kleinen nach, und die Gesetze, welche die Verbindung und Auflösung der Mischungen in dem einen Falle regieren, sind eben so auch auf alle andern anwendbar. Bei der Prüfung dieser Gesetze hat uns die Hoffnung geleitet, durch sie die Ursachen besser auffinden zu können, denen wir die Mannigfaltigkeit der Gestaltungen, Zustände und Verbindungen der Materie, wie sie in der Natur existirt, zuschreiben müssen. Wenn die Oberfläche der Erde beständig gewissen, durch die Kraft des Wassers und der Wärme hervorgebrachten Wechseln unterworfen war, so muß offenbar zum Oeftern eine chemische Thätigkeit hervorgebracht worden seyn. In Gesteinarten von offenbar vulkanischem Ursprung findet man Mineralien, die nichts anderes, als die Produkte der Erdwerkstätte sind, und welche auf die Agentien schließen lassen, durch die sie erzeugt worden sind. Sie charakterisiren sich durch dieselben Eigenthümlichkeiten der Krystallisation, wie die auf einem künstlicheren Wege gebildeten Mischungen, und ihre Elemente sind durch die gleiche chemische Anziehungskraft vereinigt worden. Alle natürlichen Produkte lassen sich in die wenigen, auf den vorhergehenden Seiten beschriebenen Grundstoffe auflösen, und so wandelbar auch die Formen und Eigenschaften ihrer Mischungen sind, so sind sie dieß doch nicht mehr, als sich vermöge der Kenntniß des fast unbegrenzten Wirkungskreises der Verbindung voraussagen ließe.

Als die Wissenschaft der Geologie sich noch in ihrer Kindheit befand, waren die Beobachter gewöhnt, die mineralogischen Charakterzüge der Gebirgsarten mit weit mehr Genauigkeit zu beobachten, als man dieß jetzt für nothwendig hält. Die äußerlichen Charaktere eines Gesteins haben sich als geringe Hilfsmittel bei Bestimmung ihres Alters, oder mit andern Worten, bei Bestimmung ihrer Beziehung zu einer ganzen Gesteinreihe erwiesen. Dieser Umstand hat den Eifer für das Studium der Mineralogie bei den Geologen gemindert und ihren Forschungen eine neue Aussicht eröffnet. Allein abgesehen davon, daß dieses Studium bei der Prüfung älterer Massen höchst nothwendig ist, so ist doch zu bezweifeln, ob nicht einige Bekanntschaft mit dem Charakter und der Zusammensetzung der

Gebirgsarten zu einer richtigen Erklärung der sie bezeichnenden Erscheinungen wesentlich ist. Es gibt viele Leute, die durch die Gewohnheit, solche Exemplare zu prüfen, die Fähigkeit erlangt haben, nicht nur die Gebirgsarten, sondern auch die Mineralien, aus denen sie zusammengesetzt sind, zu unterscheiden. So wichtig aber auch diese Kenntniß ist, so ist sie doch nicht die einzig nothwendige; denn wenn man eine mineralogische Prüfung mit einiger Hoffnung auf Erfolg durchführen will, so muß man die chemischen Charaktere und die chemische Zusammensetzung der Bestandtheile kennen. Ohne diese Kenntniß läßt sich über die Umstände, unter denen manche Gebirgsmassen hervorgebracht wurden, nicht einmal eine Vermuthung aufstellen.

Zusammensetzung des Wassers.

Das Wasser ist eine zusammengesetzte Substanz, und besteht aus den beiden Elementen: Wasserstoff und Sauerstoff. Der einfachste Zustand, in dem es vorkommt, ist der des Eises. Wenn wir sagen, das Eis sey der einfachste Zustand dieser Substanz, so verstehen wir darunter, daß dieselbe dann von dem Wärmestoff befreit sey, der sich im flüssigen oder dunstigen Zustande mit ihr verbindet. Eine Eismasse von 22 Grad Fahrenheit muß 140 Grad Wärmestoff, d. h. 140 Grad, die weder durch den Thermometer noch durch das Gefühl der Berührung schätzbar sind, einsaugen, ehe sie flüssig gemacht werden kann.

In den folgenden Sätzen wollen wir zeigen, daß 140 Grad Wärmestoff nothwendig sind, um das Eis flüssig zu machen. Man nehme irgend eine Quantität Eis von 32 Grad und gieße eine gleiche Quantität Wasser von 172 Grad darauf, so wird das Eis alsbald flüssig werden, das Wasser aber wird in einer Temperatur von 32 Grad verharren. Aus diesem Experiment geht klar hervor, daß 140 Grad Wärme verschwunden sind, indem das Wasser zur Temperatur des Eises herabsank, welches doch keine andere Veränderung erlitt, als daß es flüssig wurde. Das hier wahrgenommene Resultat läßt sich nur auf Eine Weise erklären, und zwar, wenn wir annehmen, daß 140 Grad Wärme mit den Elementarstoffen des Wassers verbunden werden mußten, ehe die Cohäsion derselben so zerstört werden konnte, daß sie eine flüssige Form annehmen durfte.

Das Wasser besteht, dem Gewicht nach, aus acht Theilen Sauerstoff und einem Theile Wasserstoff, dem Maaß nach aus zwei Theilen Wasserstoff und einem Theile Sauerstoff. Die zusammengesetzte Natur des Wassers läßt sich sowohl analytisch als synthetisch nachweisen. Das einfachste Mittel, dasselbe aufzulösen, besteht darin, daß man Wasserdämpfe in einer Röhre über rothglühendes Eisen gehen läßt. Am besten geschieht es aber

durch die voltaische Batterie. Wenn man nämlich zwei dünne, mit den Polen einer voltaischen Batterie verbundene, Drähte so stellt, daß das eine Ende von einem jeden derselben in ein gläsernes Gefäß geht, so wird eine Portion Wasser zerlegt werden, und die gasigen Produkte werden sich in den unmittelbar über der Spitze jedes Drahtes angebrachten Röhren ansammeln. Der mit dem positiven Pole der Batterie in Verbindung stehende Draht entbindet Sauerstoff, der mit dem negativen verbundene Wasserstoff. Mittels dieses Experiments sind wir im Stande, das Verhältniß zu bestimmen, in welchem sich die beiden Gase miteinander vereinigen, um Wasser hervorzubringen. Wir brauchen uns jedoch mit dieser analytischen Untersuchung nicht zufrieden zu geben, denn wenn die Produkte der Auflösung nachher in einer und derselben Röhre wieder gesammelt und erhitzt werden, so werden sie auch wieder den flüssigen Zustand annehmen und Wasser geben. Nehmen wir aber noch ein weiteres Maaß Wasserstoff, nämlich drei Theile Wasserstoff und einen Theil Sauerstoff, und verpuffen sie miteinander, so wird ein Theil jenes Gases unverbunden übrig bleiben.

Werden Sauerstoff und Wasserstoff in jenem Verhältnisse gemischt, wo sie durch Verbrennung Wasser erzeugen, so können sie zur Hervorbringung einer bedeutenden Hitze benützt werden. Die so verbundenen Gase haben eine solche Explosionskraft, daß es gefährlich ist, mit ihnen zu experimentiren, außer wenn dieß mit sehr kleinen Quantitäten oder unter besondern Vorkehrungen für die persönliche Sicherheit geschieht. Die durch Zusammenströmen von Sauerstoff- und Wasserstoffgas entwickelte sehr helle Flamme dient gegenwärtig hauptsächlich zur Beleuchtung mikroskopischer Gegenstände.

Man findet das Wasser nie ganz rein. Regenwasser und geschmolzener Schnee sind die reinsten Gattungen Wasser, die ohne Destillation erhalten werden können, allein auch diese sind in Folge der großen Auflösungsfähigkeit des Fluidums nicht ganz frei von Beimischung fremder Körper, sondern enthalten Kohlensäure und Luft aus der Atmosphäre. Indem das Wasser durch die Erdschichten geht, erleidet es in Folge seiner mannigfachen Verbindung mit Mineralien große Veränderungen im Charakter, und obschon dieß nicht immer in solcher Ausdehnung geschieht, daß seine Verwendung in der Natur und für die Menschen dadurch gestört wird, so wird es hiedurch doch immer verunreinigt. Die im Charakter des Wassers bewirkte Veränderung wird sich nach der Natur der Gebirgsarten richten, durch welche das Wasser fließt; wenn wir daher die Zusammensetzung der Schichten, durch welche die Wasser gehen, kennen würden, so könnten wir uns auch alle Mineralquellen leicht erklären.

Wir könnten hier eine Analyse der Mineralwasser geben, wollen uns

jedoch nur auf die der Zusammensetzung des Meerwassers beschränken. Dabei dürfen wir jedoch nicht auf jene Einzelheiten eingehen, die neuerdings die Aufmerksamkeit der Chemiker so sehr in Anspruch genommen haben. Was nach der Ansicht der alten Naturforscher eine reine Elementarsubstanz war, hat sich uns nicht nur selbst als Mischung, sondern auch als Sitz merkwürdiger Verbindungen gemischter Substanzen gezeigt. Es gibt vielleicht keine Substanz in der Natur, die eine verwickeltere Zusammensetzung hätte, als das Meerwasser. Wenn wir freilich den Umfang des Oceans und die große Lösungsfähigkeit des Fluidums in Betracht ziehen, so dürfen wir auch erwarten, eine unermeßliche Anzahl fremder Substanzen in demselben zu finden. Von diesen allen ist das gewöhnliche Salz am reichlichsten vorhanden. Die Chemiker behaupteten ehedem, daß Wasser, welches aus verschiedenen Theilen des Oceans genommen wäre, keinen materiellen Unterschied in seiner Zusammensetzung zeige. Die in den letzten Jahren gemachten Experimente beweisen jedoch, daß dasselbe nicht nur in Beziehung auf den Ort verschieden, sondern je nachdem auch von der geogr. Breite abhängig ist. Bouillon, Lagrange und Vogel untersuchten mehrmals die Gewässer des Kanals, der Bai von Biscaya und des mittelländischen Meeres, und fanden 3,47 pCt. Salze darin. Dr. Murray bestimmt den Salzgehalt der Gewässer des Firth of Forth auf 3,03 pCt. Dr. Fyfe untersuchte das Wasser, welches Scoresby auf seiner Reise in den nördlichen Meeren und Kapitän Roß bei seiner Polarexpedition gesammelt hatte, und die Ergebnisse führten zu dem allgemeinen Schlusse, daß die zwischen 61° 52′ und 78° 35′ nördlicher Breite liegenden Gewässer des Oceans keinen großen Unterschied in Beziehung auf Gehalt an Salzen zeigen, indem das Maximum 3,914 pCt., das Minimum 3,27 pCt. betrug. Die Experimente, welche Pages an Wasser machte, das er in südlichen Breiten gesammelt hatte, führen zu der Vermuthung, daß der Salzgehalt der Gewässer in der nördlichen Halbkugel bei weitem geringer sey. Die wichtigsten Experimente aber, die mit dem Seewasser in der Absicht vorgenommen wurden, die Summe der in demselben enthaltenen Salze zu bestimmen, wurden von dem verstorbenen Dr. Marcet angestellt. Aus ihnen haben sich folgende Schlüsse ergeben:

1) Der Salzgehalt des Wassers im südlichen Ocean verhält sich zu dem des nördlichen wie 1,02919 zu 1,02757.

2) In den Verhältnissen unter verschiedenen Meridianen besteht kein großer Unterschied, die See unter dem Aequator scheint aber die Mitte zwischen den beiden Hemisphären zu halten.

3) Das aus einer großen Tiefe geschöpfte Wasser enthält gewöhnlich keine größere Quantität Salze, als das von der Oberfläche genommene.

4) Binnenmeere sind immer weit weniger salzig als der Ocean; ebenso auch diejenigen Wasserkörper, welche in der Nähe von großen Eismassen liegen. Binnenmeere enthalten deßhalb keine so große Quantitäten Salz als der Ocean, weil ihnen immer eine so große Menge süßes Wasser durch die Flüsse zugeführt wird. Die Gewässer des mittelländischen Meeres enthalten jedoch ein größeres Maaß Salz als der Ocean, ungeachtet man vermuthen sollte, daß dieselbe Ursache hier auch dasselbe Ergebniß liefern müßte, wie anderswo. Seit der Entdeckung dieses Factums haben die Gelehrten sich bemüht, Gründe dafür aufzufinden. Die Hauptschwierigkeit besteht nun aber darin, zu erklären, warum die Gewässer dieses Meers nicht allmählig salziger werden. Ungeachtet nämlich diesem Meere eine so große Menge Wasser durch die zahlreichen Ströme, deren Bassin es ist, zugeführt wird, so ist doch ihre Summe nicht hinreichend, um das, was durch die Verdunstung an der Oberfläche verloren geht, zu ersetzen, sondern das allgemeine Niveau muß durch eine beständige Strömung von Osten her durch die Straße von Gibraltar erhalten werden. Alle diese Umstände würden nun offenbar dahin zielen, den Salzgehalt des mittelländischen Meeres allmählig zu steigern und es endlich in ein gesättigtes Salzwasser zu verwandeln. Die Ursache, welche dieß verhindert, soll in einer unterseeischen Strömung bestehen, die durch die Straße von Gibraltar wieder aus dem Mittelmeere hinausfließt, und die sich beständig ansammelnden Salzstoffe wieder weiter gibt. Wir kennen mehrere Facta, welche diese Ansicht bedeutend unterstützen. Dr. Macmichael behauptet auf die Aussagen des englischen Consuls in Valencia: daß vor einigen Jahren zu Ceuta an der afrikanischen Küste ein Schiff untergegangen sey, dessen Wrack nachher bei Tariffa, also am europäischen Ufer, an's Land geworfen worden wäre. Das merkwürdigste Beispiel aber ist dasjenige, welches Dr. Hudson anführt. Im Jahr 1712 brachte nämlich de Laigle mit dem „Phönix“ ein holländisches Schiff in der Mitte der Meerenge zwischen Tariffa und Tanger auf und bohrte es mit einer vollen Geschützladung in den Grund. Wenige Tage nachher erhob sich dieß Schiff wieder in der Höhe von Tanger, wenigstens 4 Stunden westlich von dem Orte, wo es versunken war. Es mußte daher in einer, der obern Strömung gerade entgegengesetzten, Richtung geschwommen sey.

Das Vorhandenseyn von salziger Materie im Ocean ist von bedeutendem Gewicht für den allgemeinen Haushalt der Natur. Als eine der merkwürdigsten Wirkungen dieser Einrichtung müssen wir den Umstand anführen, daß der Gefrierpunkt des Wassers dadurch tiefer gestellt und das Streben nach Verdunstung gemindert wird, während es zugleich eine größere Tauglichkeit zur Erhaltung aller Vorräthe für das animalische Leben erhält.

Wir verfolgen zuweilen die Wirkungen bis zu ihren letzten Ursachen, ohne die unmittelbaren Resultate in Acht zu nehmen, die der Schöpfer dadurch erfüllen will. Wir müssen uns jedoch wohl erinnern, daß, nachdem einmal der letzte Zweck in dem Geist des Ewigen bestimmt war, alle Ursachen so eingerichtet wurden, daß sie Wirkungen hervorbringen mußten, die zur Erreichung jenes beitrugen.

Eine umfassendere Belehrung über die chemische Zusammensetzung des Meerwassers unter verschiedenen Breiten, und über die verschiedenen Stoffe, mit welchen es sowohl im Allgemeinen als durch örtliche Ursachen geschwängert ist, findet der Leser, welcher sich hierüber genauer zu unterrichten wünscht, in Dr. Fr. A. Walchner's „volksfaßlichem Handbuch der Chemie," (Stuttgart, Müller 1847.), Seite 322 ffg.

Zehntes Kapitel.

Die Temperatur der Erdoberfläche.

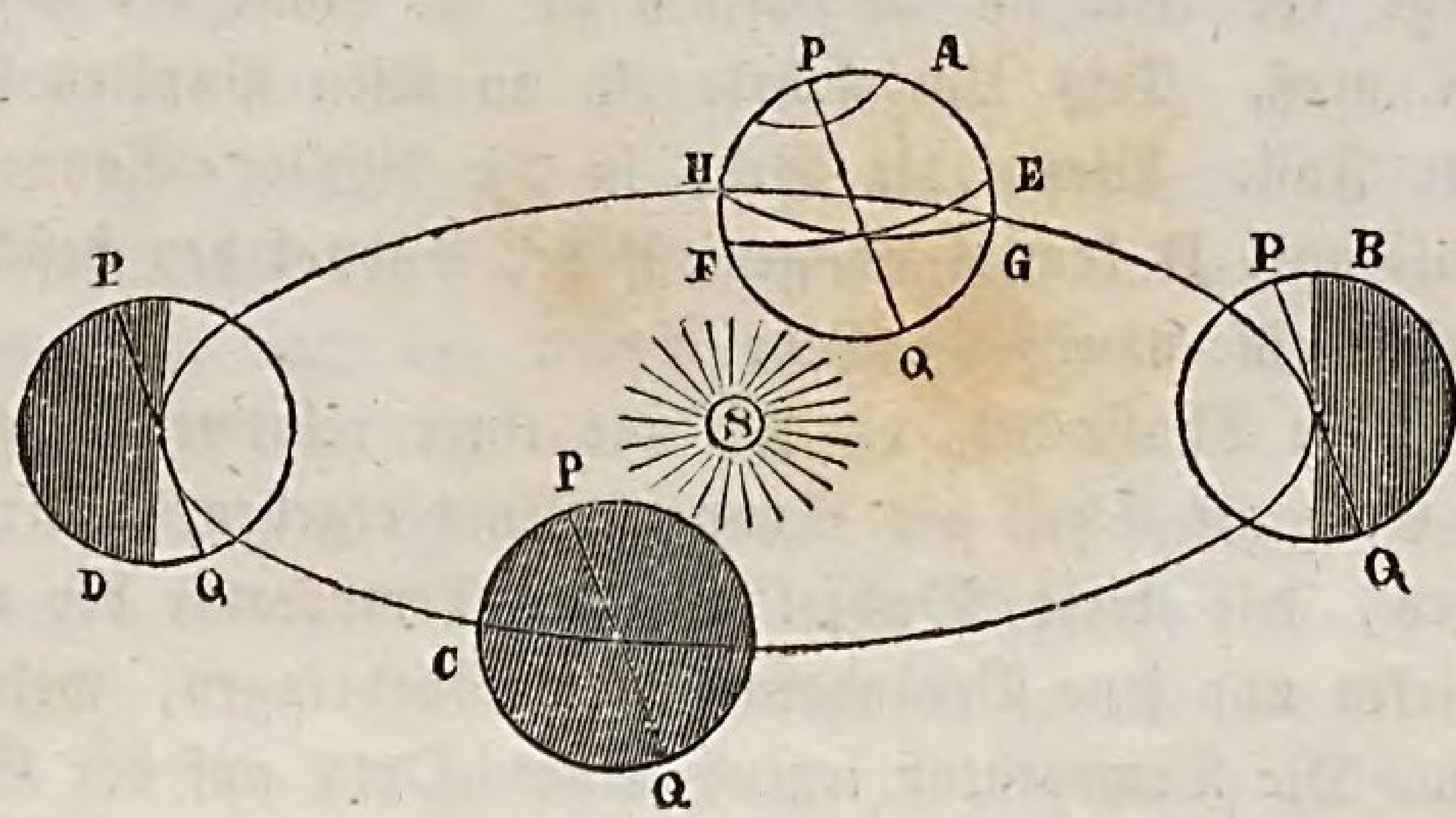
Die Jahreszeiten. — Mittlere Temperatur. — Humboldt's Beobachtungen in Südamerika. — Isothermal- (gleichwarme) Zonen. — Temperatur der Halbkugeln. — Temperatur des Meeres. — Erzeugende Ursachen und Wesen des Klima's. — Einfluß des Klima's auf die Vegetabilien. — Frühere Temperatur der Erde. — Schluß.

Bei Schilderung der verschiedenen Umstände, aus denen die Temperatur an der Oberfläche der Erde entsteht, müssen wir den Unterschied zwischen derjenigen Temperatur, die sich aus der Lage einer Gegend gegenüber von den Himmelskörpern ergibt, und derjenigen, die von ihrer geographischen Beschaffenheit abhängt, genau in's Auge fassen. Die allgemeine Temperatur der Oberfläche wird durch die Lage der Erde gegen das Sonnensystem und besonders gegen die Sonne geregelt, und es ist allgemein bekannt, daß man die stärkste Hitze in Gegenden unter oder nahe an dem Aequator, und die größte Kälte an den Polen oder in der Nähe derselben empfindet. Die zwischen diesen Punkten gelegenen Gegenden haben eine mittlere Wärme, die je nach ihrer geographischen Lage bald dem einen, bald dem andern Extreme näher kommt. Die Ursachen aber, welche die Temperatur der Oberfläche modificiren, sind so zahlreich, daß sich die Temperatur eines Orts nicht durch positive Experimente bestimmen läßt. Jeder Ort zeigt jedoch eine gewisse mittlere Temperatur, und wenn auch die Jahreszeiten sich ändern und ein gänzlicher Wechsel in allen Verhältnissen, die eine Gegend seit Jahren ausgezeichnet haben, eingetreten zu seyn scheint, so bleibt doch die mittlere Temperatur fest und unwandelbar.

Drei Dinge heischen in diesem Theile unseres Werks die besondere Aufmerksamkeit des Lesers: — Die Jahreszeiten, das Klima und die Veränderungen, denen die Temperatur der Oberfläche bis jetzt ausgesetzt war.

Die Jahreszeiten.

Es gibt keinen Ort auf der Erdoberfläche, wo die Temperatur in allen Perioden des Jahres genau dieselbe wäre. Allerwärts finden wir wiederkehrende Veränderungen, welche Jahreszeiten genannt werden. Um den Ursprung der Jahreszeiten zu verstehen, müssen wir uns erinnern, daß die Erde eine Umdrehung um die Sonne hat; die Zeit, in welcher sie diese Umdrehung vollendet, wird ein Jahr genannt. Während dieser Periode ist jeder Ort an der Erdoberfläche einer höchst wandelbaren Temperatur ausgesetzt, welche die vier Jahreszeiten: Frühling, Sommer, Herbst und Winter, hervorbringt. Während dieser jährlichen Umdrehung behält die Erdaxe, gleichsam als wenn sie sich nicht in einer Bahn bewegte, dieselbe Richtung bei, und bietet auch ihre Pole immer den nämlichen Punkten der Himmelskugel dar. Wir wollen nun den Ursprung der Jahreszeiten zu erklären versuchen und die Erdbahn als kreisrund annehmen, obgleich sie in der Wirklichkeit elliptisch ist. Allein ihre Form hat mit der Hervorbringung der Wirkungen, auf die wir kommen wollen, wenig zu schaffen.



S sey die Sonne, und ABCD seyen vier verschiedene Stellungen der Erde auf ihrer Bahn. A soll die Frühlings-Tag- und Nachtgleiche oder die Stellung der Erde am 21. März; B die Sommer-Sonnenwende oder ihre Stellung am 21. Juni; C die Herbst-Tag- und Nachtgleiche oder ihre Lage am 21. September; D die Winter-Sonnenwende oder ihre Stellung am 21. December vorstellen. PQ bezeichnet die unveränderliche Richtung der Axe. Dieß ist eine imaginäre Linie, um die sich die Erde bewegt, indem sie Tag und Nacht hervorbringt.

Es ist nun klar, daß die Sonne ihre Wärmestrahlen nur über diejenige Hälfte der Kugel ausgießen kann, die gegen sie gekehrt ist. Die Temperatur eines Ortes wird somit im Verhältniß zu der Zeit stehen,

während welcher sie so ausgesetzt ist. Auf diesen an sich selbst klaren Satz müssen wir unsere Erklärungen der Jahreszeiten gründen.

Wenn sich die Erde in der Frühlings-Tag- und Nachtgleiche A befindet, so steht die Sonne senkrecht auf dem Durchschnitt des Aequators FE und der Ekliptik HG. In dieser Lage werden also die beiden Pole die Grenzpunkte der erleuchteten Seite seyn, und Tag und Nacht wird auf der ganzen Erdkugel gleich seyn, da die Hälfte der nördlichen und die der südlichen Hemisphäre zu derselben Zeit beleuchtet sind. Steht die Erde in der Herbst-Tag- und Nachtgleiche C, so wird dieselbe Wirkung zum Vorschein kommen.

Wir wollen nun aber annehmen, die Erde bewege sich von der Frühlings-Tag- und Nachtgleiche A nach der Sommer-Sonnenwende der nördlichen Halbkugel B. In dieser Lage ist der Raum innerhalb des arktischen Kreises, welcher Kreis den Nordpol zum Mittelpunkt und 23° 38′ zum Radius hat, beständig erleuchtet, und hat daher einen immerwährenden Tag, während es in derselben Entfernung um den Südpol herum beständig Nacht seyn muß. Daraus folgt, daß an jedem Orte nördlich vom Aequator die Sonne um diese Zeit länger über als unter dem Horizont, und die Länge der Zeit im Verhältniß zu der Nähe des Orts an den Polen stehen muß. Das Umgekehrte ist an allen Punkten südlich vom Aequator der Fall. Wenn die Erde in die Winter-Sonnenwende der nördlichen Halbkugel D kommt, so genießt der Südpol den beständigen Tag und der Norden eine ununterbrochene Nacht.

Dieß sind die Thatsachen, die sich aus einer relativen Lage und Bewegung der Erde als Theil des Sonnensystems ergeben. Wir haben jetzt noch zu zeigen, wie diese Wechsel auf die Temperatur der verschiedenen Gegenden wirken und jene Veränderungen hervorbringen, welche Jahreszeiten heißen. Die Temperatur irgend eines Orts auf der Erdoberfläche wird hauptsächlich dadurch bestimmt, ob er mehr oder weniger den Sonnenstrahlen ausgesetzt ist. Je länger sich die Sonne über dem Horizonte eines Ortes befindet, desto größer muß die Wärmesumme seyn, die er empfängt, und um so höher muß seine Temperatur steigen; je länger sie sich andererseits unter dem Horizont befindet, desto größer muß die Summe der ausgestrahlten Wärme seyn. Das Gleichgewicht der Temperatur an irgend einem Orte wird daher durch Empfangen und Abgeben derselben Wärmesumme während eines Jahrs bestimmt. Wenn ein Ort länger als 12 Stunden über dem Horizont liegt, so wird die Temperatur zunehmen; liegt er weniger lang darüber, so nimmt sie ab. Da nun die Tage, wenn sich die Erde von A nach B bewegt, in der nördlichen Halbkugel zunehmen, so steigt die Temperatur, und die Erde hat in der einen Stellung

Frühling, in der andern Sommer. Im Laufe von B nach C nähern sich die Tage der Gleichheit, und von C nach D nehmen sie ab, so daß, wenn die Erde in D steht, die nördliche Halbkugel einen strengen Winter hat. Aus dieser Beschreibung wird hervorgehen, daß die als Folgen der jährlichen Umdrehung hervorgebrachten Wirkungen ganz analog mit denjenigen sind, welche aus der täglichen Umdrehung entspringen. Wenn man die Temperatur irgend eines Orts, wie sie zu jeder Stunde des Tags ist, untersucht, so wird man nicht zwei von den vierundzwanzig Stunden finden, die einander gleich sind. Thut man dasselbe mit einem ganzen Jahre, und vergleicht den mittleren Betrag eines Tags mit dem jedes andern Tages, so darf man nicht zwei zu finden hoffen, die ganz miteinander übereinstimmen, sondern die Temperatur wird sich nach der Periode des Sonneneinflusses, wie derselbe durch örtliche und andere störende Ursachen modificirt ist, richten.

Mittlere Temperatur.

Dieß sind die Ursachen, welche die Jahreszeiten reguliren. Ihr Einfluß wird auf der ganzen Erdoberfläche empfunden, so sehr auch die Länge der Jahreszeiten und die Verschiedenheit der Temperatur zwischen denselben an den verschiedenen Orten wechseln mag. Dieß ist jedoch nicht das Einzige, was bei Abschätzung der Temperatur der Erdoberfläche in Betracht gezogen werden muß. Die an den verschiedenen Orten empfangene Wärmesumme wechselt je nach den Lagen derselben zu den Aequatorialgegenden, weßhalb ihre Temperaturen nicht gleich seyn können. Als allgemeines Gesetz kann der Satz aufgestellt werden: daß die mittlere Temperatur vom Aequator gegen die Pole hin, sowie vom Meeresspiegel an aufwärts abnehme. Neben diesen beiden Umständen ist jedoch eine Menge zufälliger Bedingungen in Betracht zu ziehen, die häufig einen großen Einfluß auf ihre Resultate haben.

Der Ausdruck „mittlere Temperatur" drückt den Sinn, der ihm gewöhnlich beigelegt wird, so vollständig aus, daß uns eine Definition nicht sehr nothwendig dünkt. Nichts müßte übereilter erscheinen, als wenn man die Temperatur eines Orts nach Maaßgabe einer einzelnen Beobachtung mit dem Thermometer bestimmen wollte. Noch widersinniger wäre der Versuch einer Vergleichung auf die Grundlage eines solchen Resultates mit der irgend eines andern Ortes. Wenn wir die Temperatur eines Tages vergleichen wollten, so würde die Beurkundung des Thermometers für irgend eine Periode an jedem Tage nicht hinreichen, sondern es müßte eine Reihe von Beobachtungen, z. B. jede Stunde Eine, gemacht werden, wo dann die Summe dieser, dividirt durch die Anzahl der Experimente, die mittlere

Temperatur ergeben würde. Ebenso, wenn man die jährliche mittlere Temperatur eines Ortes bestimmen will, wird man eine Anzahl Beobachtungen machen müssen, und die Summe dieser, dividirt durch die Zahl der Experimente, wird das verlangte Maaß geben. Je öfter und regelmäßiger diese Beobachtungen angestellt werden, desto genauer wird das Ergebniß seyn, und man wird uns den Wunsch verzeihen — wofern derselbe nämlich übertrieben und abgeschmackt erscheinen sollte — es möchte die Temperatur in allen Ländern der bewohnten Erde nur einige Jahre hindurch in jeder Stunde einmal beständig eingetragen werden, indem dann die Schwierigkeiten, welche diesem interessanten Zweige der Meteorologie bis jetzt noch anhängen, bald verschwinden würden.

Ein gewöhnlicher Beobachter wird in dem Klima die unregelmäßigste aller natürlichen Erscheinungen erblicken, und für ihn wird es fast unmöglich erscheinen, die Phänomene unter eine, Gesetz-ähnliche rationnelle Form zu bringen. Wer die atmosphärischen Erscheinungen von Tag zu Tag oder von Monat zu Monat aufgezeichnet hat, der wird uns zwar allerdings darüber belehren können, um wie viel wärmer oder kälter ein besonderer Tag in diesem Jahr als in irgend einem vergangenen war; er wird aber wahrscheinlich, wenn es geschehen sollte, daß der Sommer mehrere Jahre hintereinander heißer oder der Winter kälter wäre als gewöhnlich, auf die irrthümliche Vermuthung gerathen, das Klima selbst habe sich geändert. Wenn man aber, anstatt sich in diese Allgemeinheiten zu verlieren, die Beobachtung der Temperatur zu gewissen Perioden im Jahre vornimmt, und die Summe auf ein Mittel reducirt, so wird man in mehreren Jahren hintereinander nur einen geringen Unterschied finden. Die mittlere jährliche Temperatur von Frankfurt a. M. ist 8,06° Reaum. und selten oder nie weicht sie von diesem Maaße ab, selbst wenn zu einer gewissen Jahreszeit ein außerordentlicher Wärme- oder Kältegrad obwaltet.

Den gegenwärtigen Stand unserer Wissenschaft in Beziehung auf die Temperatur der Oberfläche verdanken wir hauptsächlich Humboldt, der eine tiefe und universelle Kenntniß der Naturwissenschaften mit hohem Genie und rascher Auffassungsgabe vereinigte, und so — allerdings unter Beihülfe der Gönnerschaft und angefeuert von Ehrenbezeugungen, die ihm sein Fürst und seine Landsleute so zuvorkommend schenkten — mehr für die Wissenschaft der Meteorologie und, wir dürfen hinzufügen für jeden Zweig der Naturkunde, gethan hat, als irgend ein anderer neuerer Naturforscher. Dieser ausgezeichnete Gelehrte wurde durch die Erscheinungen, die er während seines Aufenthalts in den Hochebenen von Südamerika beobachtete, auf die Erforschung der Gesetze der Temperatur der Erdoberfläche hingeleitet. „Da ich," sagte er, „lange Zeit die höchsten Ebenen

des neuen Continentes bewohnte, so benützte ich die Vortheile, die sie zur Erforschung der Temperatur der auf ihnen ruhenden Luftschichten bieten, und zwar nicht nach einzelnen Daten — den Ergebnissen einiger wenigen Excursionen nach dem Krater eines Vulkans — sondern nach der gesammelten Menge von Beobachtungen, die ich Tag für Tag, Monat für Monat in bewohnten Gegenden anstellte. Die höchsten Punkte in Europa und der ganzen alten Welt, auf denen die mittlere Temperatur bestimmt worden ist, sind das Kloster Peisenberg in Bayern und das Hospiz auf dem St. Gotthard. Der erste dieser Punkte liegt 3264, der zweite 6808 Fuß über dem Meeresspiegel. In Amerika ist eine große Menge genauer Beobachtungen zu Santa Fé de Bogota und zu Quito in Höhen von 8727 und 9544 Fuß gemacht worden. Die Stadt Huancavelica, welche 10,000 Einwohner enthält und alle Hülfsquellen der modernen Civilisation besitzt, in den Cordilleren der südlichen Halbkugel in einer absoluten Höhe von 10,318 Fuß gelegen, und das Bergwerk Santa Barbara, das mit schönen Gebäuden umgeben und eine Stunde südlich von Huancavelica gelegen ist, gaben mir Gelegenheit, regelmäßige Beobachtungen in einer Höhe von 14,509 Fuß anzustellen, also auf einem um das Doppelte höheren Punkte als das Hospiz des St. Gotthard."

Ehedem dachte man sich die Oberfläche der Erde, hinsichtlich ihrer Temperatur, in fünf Theile oder Zonen eingetheilt: eine heiße, zwei kalte und zwei gemäßigte. Diese Eintheilung wird jetzt aber bei wissenschaftlichen Forschungen nicht mehr berücksichtigt, da eine genauere und richtigere an ihre Stelle getreten ist. Orte, welche dieselbe mittlere Temperatur haben, sind durch Linien, die man isothermale (gleichwarme) nannte, verbunden worden. Auf diese Weise hat man alle Punkte der Erde, welche dieselbe jährliche mittlere Temperatur zeigen, in eine Klasse zusammen gebracht. Diese Linien sind nicht parallel mit dem Aequator, auch ist ihre Richtung keineswegs regelmäßig. Der Raum zwischen zwei isothermalen Linien wird eine Isothermal-Zone genannt. Man darf jedoch nicht glauben, daß zwei Orte auf derselben Linie, d. h. zwei Orte, welche dieselbe mittlere Temperatur haben, nothwendig denselben Wärme- oder Kältegrad haben müssen; sie können einen großen Unterschied in der Stärke der Temperatur, sowie auch in der Dauer der Jahreszeiten zeigen. Peking hat dieselbe mittlere Temperatur, wie Berlin, aber seine Sommer sind viel heißer, seine Winter viel kälter, weil Asien im Allgemeinen kalte Winter und heiße Sommer, Europa aber milde Winter und kühle Sommer, Amerika endlich kalte Winter und kühle Sommer hat.

Humboldt hat die nördliche Halbkugel in die folgenden sechs Zonen eingetheilt:

1) Zone der mittleren Temperatur, alle Orte zwischen dem							32—41.	Gr. einschließend
2)	„	„	„	„	„	„	41—50.	„ „
3)	„	„	„	„	„	„	50—59.	„ „
4)	„	„	„	„	„	„	59—68.	„ „
5)	„	„	„	„	„	„	68—77.	„ „
6)	„	„	„	„	„	„	vom 77.	Gr. an aufwärts.

Man vermuthete lange, die Temperatur der südlichen Halbkugel sey der der nördlichen nicht gleich. Buffon griff diese Ansicht an, Oepinus vertheidigte sie, und alle Beobachtungen, die hierüber gemacht wurden, tragen dazu bei, die Richtigkeit derselben zu beweisen. Das geringe Vorkommen von Land in der südlichen Halbkugel hat eine weit größere Gleichheit der Jahreszeiten zu Folge, als in der nördlichen, während es zugleich eine Abnahme der jährlichen mittleren Temperatur hervorbringt. „Cook's Entdeckungen," sagt Humboldt, „machten uns mit der großen Ausdehnung des Eises um den Südpol her bekannt, aber die Ungleichheit in der Temperatur der beiden Hemisphären wurde damals übertrieben. Le Gentil und besonders Kirwan haben das Verdienst, zuerst dargethan zu haben, daß sich der Einfluß des Circumpolareises weit nicht so tief in die gemäßigte Zone herein erstreckt, als man allgemein angenommen hatte. Der geringere Abstand der Sonne von der Winter-Sonnenwende und ihr langes Verharren in den nördlichen Zeichen des Thierkreises wirkt in entgegengesetzter Weise auf die Wärme der beiden Hemisphären, und da die Quantität Licht, die ein Planet von der Sonne erhält, im Verhältniß mit der wahren Anomalie zunimmt, so ist die Ungleichheit in der Temperatur der beiden Hemisphären nicht die Wirkung der ungleichen Strahlung. Die südliche Hemisphäre empfängt dieselbe Quantität Licht, aber die Anhäufung der Wärme in ihr ist geringer in Folge der Wiederabgabe der strahlenden Wärme, die während eines langen Winters stattfindet. Da diese Hemisphäre auch größtentheils mit Wasser bedeckt ist, so haben die pyramidalen Enden der Continente dort ein unregelmäßiges Klima. Auf Sommer von sehr niedriger Temperatur folgen bis zu 50 Grad südlicher Breite Winter von geringer Strenge; auch kommen die vegetabilischen Formen der heißen Zone: die baumähnlichen Farnkräuter und die Schmarotzerpflanzen der Gattung der Orchideen, bis zu 38 und 42 Grad südlicher Breite fort. Die geringe Vertheilung des Festlandes über die südliche Halbkugel trägt nicht allein dazu bei, die Jahreszeiten gleich zu machen, sondern auch die jährliche Temperatur dieses Theils der Erdkugel absolut zu mindern. Diese Ursache ist meiner Ansicht nach weit thätiger, als die geringe Excentricität der Erdbahn. Die Continente strahlen im Sommer mehr Wärme aus, als die Meere, und der aufsteigende Strom, welcher die Luft der Aequinoctial- und der gemäßigten Zone gegen die Circumpolargegenden führt, wirkt in der süd-

lichen Halbkugel weniger, als in der nördlichen. Jene Eismasse, welche den Pol bis zu 71 und 68° südlicher Breite umgibt, rückt überall, wo sie ein freies Meer findet, d. h. wo ihr die pyramidalen Enden der großen Continente nicht entgegen treten, weiter gegen den Aequator vor. Man hat daher Grund zu glauben, daß dieser Mangel an Festland eine noch weit fühlbarere Bewegung hervorbingen würde, wenn die Vertheilung der Continente in den Aequinoctialzonen ebenso ungleich wäre, wie in den gemäßigten."

Temperatur des Meeres.

Auch in dieser Beziehung müssen wir uns an Humboldt halten, die beinahe einzige Autorität, die wir in der Frage über die Temperatur seiner Oberfläche haben. „Das Meer," sagt er, „strahlt weniger absolute Wärme aus, als die Continente. Die auf ihm ruhende Luft wird durch den Proceß der Verdunstung abgekühlt, und die Oberfläche durch die Strömungen, die vom Aequator nach den Polen gehen, oder die Vermischung der obern und untern Schichten an den Küstenstrichen, erwärmt oder erkältet. Aus diesen vereinigten Gründen ist zwischen den Wendenkreise und vielleicht bis zu 30° der Breite die mittlere Temperatur der auf dem Meere ruhenden Luft um 3,6° bis zu 5,4° niederer, als die des Festlandes. Unter hohen Breiten und in Klimaten, wo die kälteste Winterluft weit unter dem Gefrierpunkt ist, ziehen sich die isothermalen Linien wieder gegen die Pole, oder aber werden convex, wenn sich Continente unter den Meeren hinziehen.

„In Beziehung auf die Temperatur des Oceans müssen wir vier sehr verschiedene Phänomene unterscheiden: 1) Die Temperatur des Wassers an der Oberfläche unter verschiedener Breite, wenn der Ocean in Ruhe ist und weder Untiefen noch Strömungen zeigt. 2) Die Abnahme der Wärme in den oberen Wasserschichten. 3) Die Wirkung der Wellen auf die Temperatur der oberen Wasserschichten. 4) Die Temperatur der Strömungen, welche die Gewässer unserer Zone mit erhöhter Schnelligkeit über die unbeweglichen Wasser einer andern Zone treiben. — Die Wasserregion, welche die höchste Temperatur hat, fällt eben so wenig mit dem Aequator zusammen, als die Region, in der die Gewässer ihr Maximum von Salzgehalt erreichen. Wenn wir von einer Hemisphäre zur andern gehen, finden wir die wärmsten Wasser zwischen 5° 45' nördlicher und 6° 15' südlicher Breite. Nach Perrius beträgt die Temperatur derselben 82° 3' Fahrenheit, nach Quevedo 83° 5', nach Cherruca 83° 7', und nach Rodman 83° 8'. Ich fand sie in der Südsee, östlich von den Gallopagos-Inseln, gleich 84° 7'. Die Variationen der mittleren Resultate betragen

somit nicht mehr als 1° 3'. Es ist merkwürdig, daß in der Parallele der wärmsten Gewässer die Temperatur der Meeresoberfläche um 3° 6' bis 5° 4' höher ist, als die der darauf liegenden Luft. Entspringt dieser Unterschied aus der Bewegung der abgekühlten Wassertheilchen gegen den Grund, oder aus der Einsaugung des Lichtes, die durch die freie Ausstrahlung der Wärme nicht gehörig im Gleichgewicht erhalten wird? Wenn wir von dem Aequator nach der heißen Zone vorrücken, so wird der Einfluß der Jahreszeiten auf die Temperatur der Meeresfläche sehr fühlbar, da aber eine große Wassermasse den Wechseln in der Temperatur der Luft nur sehr langsam folgt, so stimmen die mittleren Temperaturen der Monate in denselben Epochen auf dem Ocean und in der Luft nicht mit einander überein. Ueberdieß ist der Umfang der Veränderungen im Wasser geringer, als in der Atmosphäre, weil das Zunehmen oder Abnehmen der Meereswärme in einem Medium von wandelbarer Natur stattfindet, so daß das Minimum und Maximum der Wärme, welche das Wasser erreicht, durch die atmosphärische Temperatur der Monate modificirt wird, die dem kühlsten der wärmsten Monate des Jahres folgen. Aus einem ähnlichen Grunde beträgt in Quellen, die eine wandelbare Temperatur haben, wie z. B. in der Nähe von Upsala, der Umfang der Veränderungen der Temperatur nur 19° 18', während der Umfang der Veränderung in der Luft vom Januar bis August 39° 6' beträgt." Im Parallelkreise der canarischen Inseln fand Baron Buch das Maximum der Temperatur des Wassers gleich 86° und das Minimum gleich 74° 8' f. Die Temperatur der Luft in dem wärmsten der kältesten Monate beträgt in dieser Gegend 64° 4' bis 75° 2'. Wenn wir nach Norden vorrücken, finden wir noch größere Unterschiede in den Wintertemperaturen der Meeresfläche und der darüber ruhenden Luft. Die abgekühlten Wassertheilchen steigen so lange hinab, bis ihre Temperatur 39° 2' erreicht hat. Der Mehrbetrag der mittleren Temperatur des Wassers gegenüber von der der Luft erreicht sein Maximum jenseits des Polarkreises, wo das Meer nicht völlig gefriert.

Klima.

Wenn auch eine Anzahl Orte dieselbe jährliche mittlere Temperatur haben, so haben sie doch nicht auch nothwendig dasselbe Klima. Es gibt gewisse Primärbedingungen des Klima's, die einen Einfluß auf jeden Theil der Erdoberfläche üben. Diese sind aber oft so sehr modificirt, daß sie Wirkungen hervorbringen, die von denen ganz verschieden sind, welche man etwa hätte erwarten sollen. Die Temperatur ist übrigens immer der wichtigste Bestandtheil des Klima's; sie entspringt aus der Gestalt und

den Beziehungen der Erde zum Himmel, d. h. aus ihrer kugelähnlichen Form, aus der Abweichung ihrer Bewegung in eine, gegen die Fläche ihres Aequators hin elliptische Bahn und aus ihrer täglichen Umdrehung um ihre Axe. Alle diese Momente haben einen primären Einfluß auf die Hervorbringung des Klima's; allein auch die genaueste Kenntniß der hieraus entspringenden Umstände vermöchte den Gelehrten nicht in Stand zu setzen, den Charakter des Klima's an irgend einem Orte zu bestimmen. Es gibt nämlich viele zufällige Gründe, welche ihre Resultate modificiren, und man nennt sie die secundären Bestandtheile des Klima's. Es ist dieß die Lage des Orts, sein Abstand vom Meere, seine Entfernung von Gebirgen, seine Erhebung über die Meeresfläche, die Natur seines Bodens, die Bebauung des Landes in seiner Nähe und die Richtung der Winde, denen er ausgesetzt ist. Diese und viele andere örtliche Erscheinungen können die Resultate, die ohne sie durch die Sonnenwärme hervorgebracht wurden, so verändern, daß wir nicht hoffen dürfen, ein Klima anders als vermittelst einer langen Reihe von Beobachtungen zu bestimmen. So schaffen Waldungen z. B. ein kälteres Klima, während nackter Boden oder Grasland (wie z. B. die Prairien in Nord-, die Pampas in Süd-Amerika und die Steppen im südlichen Rußland) mehr Wärme ausstrahlen, so ferne sie nicht Thonboden sind, der sich am kältesten anfühlt.

Die Vertheilung der Thiere und Pflanzen hängt vom Klima ab. Die Linien, welche die Grenzen der Temperatur und die Eigenthümlichkeit der Jahreszeit bezeichnen, sind zugleich die Grenzen der Gattungen oder Arten. Dieß ist der Grund, warum gewisse Gegenden Thiere und Pflanzen enthalten, die von denjenigen, welche in ganz nahen Gebieten gefunden werden, gänzlich verschieden sind. Dieß tritt besonders in Beziehung auf die Pflanzenwelt hervor. Die Pflanzenwelt der Wendekreise ist reich, üppig und mannigfaltig. Ueberall trifft das Auge des Wanderers auf unendliche Wälder, die durch die weiten und riesenhaften Arme hochaufstrebender Gesträuche innig mit einander verbunden sind. In den arktischen Regionen ist der Kreis der Vegetation klein und schwach: allein das bescheidene Blümchen, das sein Haupt über den nordischen Schnee erhebt, um in der Oede zu blühen, besitzt eine Constitution, die den Umständen, unter denen es lebt, eben so angemessen ist, wie die dichtbelaubten Bäume und Sträucher der Aequatorialgegenden. Aber das große Princip der Anpassung, das alle Werke des Schöpfers so deutlich bezeichnet, läßt sich noch viel weiter verfolgen. Wenn alle vegetabilischen Produkte nur einer und derselben Temperatur angepaßt worden wären, so hätte nur eine Zone der Erdoberfläche mit Pflanzen bedeckt seyn und nur diese Eine das animalische Leben erhalten können, das gewöhnlich durch die Produkte der

Erde gefristet wird. Allein jede Zone hat ihre eigene Vegetation, die immer darauf berechnet ist, die Bedürfnisse der Geschöpfe, die sie bewohnen, zu befriedigen.

Temperatur der alten Erde.

Wenn es wahr ist, daß Animalien und Vegetabilien auf gewisse, durch die Temperatur bezeichnete Oertlichkeiten beschränkt sind, so mußte jeder große Wechsel im Klima einen Wechsel in den animalischen und vegetabilischen Produkten zur Folge haben. Nun haben die Geologen die Vermuthung aufgestellt, daß derartige Wechsel zu verschiedenen Perioden in der Naturgeschichte der Erde stattgefunden haben. Man glaubt, daß die organischen Ueberreste, die man in den Gebirgsarten nördlicher Länder gefunden hat, einer weit höheren Temperatur angehören, als jene gegenwärtig haben. So finden wir in unserem eigenen Klima Ueberreste von Thieren, die denjenigen analog sind, welche in tropischen Klimaten existiren, sowie solche von Pflanzen, die nur in den heißesten Theilen der Erde fortkommen können. Es sind dieß diejenigen, welche man in den Kohlengebirgen findet. Aus diesen Thatsachen hat man nun den Schluß gezogen, daß das Klima der Orte, wo jene eingelagert sind, sich geändert haben müsse, indem man nämlich annahm, daß diese Produkte an den Stellen lebten, wo ihre Ueberreste nun begraben liegen. Manche Schriftsteller verwerfen jedoch diese Annahme, und wollen behaupten, dieselben seyen aus einem fernen Klima herbeigeschwommen, und leugnen so eine Veränderung der Erdtemperatur. Ohne uns auf diese Streitfrage, deren wir bereits anderswo gedacht haben, weiter einlassen zu wollen, mag es uns erlaubt seyn, darauf hinzudeuten, daß man oft dem Vorkommen organischer Ueberreste im Gestein ein zu großes Vertrauen schenkt. Wir haben den allgemeinen Satz aufgestellt, daß die in einer Schichte gefundenen Versteinerungen von der Natur der damals auf der Oberfläche existirenden Thiere und so auch von der Temperatur des Orts zu jener Zeit zeugen. In einem beschränkten Sinne ist dieß allerdings wahr; allein immerhin muß man dieß Zeugniß mit Vorsicht entgegennehmen, denn es kann uns in Folge der Umstände, welche die Resultate begleiten, auch irre führen. Wir wollen dieß durch ein Beispiel erläutern. In den Betten der Flüsse und Meere bilden sich Ablagerungen; können wir aber auch nur einen Augenblick der Ansicht seyn, daß, wenn dieselben einmal der Prüfung der Geologen einer künftigen Zeit bloßgelegt würden, die Fossilien diese in den Stand setzen müßten, die Temperatur des Orts zur Zeit des Niederschlags zu bestimmen? Gewiß nicht. Die Flüsse führen in ihrem Lauf nicht nur die abgeriebenen Theile älteren Gesteins, sondern

sogar die Fossilien desselben, sowie die animalischen und vegetabilischen Ueberreste von verschiedenen Klimaten mit sich. Diese alle vermischen sich in dem Bette, das sich bildet, und werden zu irgend einer künftigen Zeit seine Fossilien seyn, und die Geologen werden dann in ihnen die Produkte vieler Klimate und mehrerer Jahrhunderte finden. Wir leugnen jedoch den Werth organischer Ueberreste, insofern sie uns ein Mittel an die Hand geben, mehrere Facta in Beziehung auf die frühere Geschichte der Erde zu constatiren, keineswegs; aber wir sind der Ansicht, daß wir oft ihr Zeugniß falsch anwenden oder wähnen, sie belehrten uns über mehr Dinge, als in ihrem Zwecke liegt.

Schlußwort.

Wenn die hier gegebene Erklärung der Erscheinungen, die wir auf der Erdoberfläche wahrnehmen, den Zweck des Verfassers einigermaßen erfüllt, so wird sie den Leser auf ein Studium der Naturkunde überhaupt hinleiten. Man darf jedoch nicht wähnen, daß wir weiter nichts als eine Kenntniß wissenschaftlicher Thatsachen einprägen wollten. Kenntnisse, welcher Art sie auch seyn mögen, sind nur dann von Werth, wenn sie die Genüsse des Lebens erhöhen, das Glück der Gesellschaft vermehren und dem intellectuellen Charakter des Menschen eine größere Energie verleihen. Dieß vermögen aber gerade die Naturwissenschaften vorzugsweise, und sie drängen sich, bei nur einigermaßen vertrauterer Bekanntschaft, dem denkenden Geiste als freundliche und bald unentbehrliche Begleiterinnen durch das Leben auf. Sie sind die Vorschule der Weisheit, denn sie fördern die Erkenntniß der Ursachen und Wirkungen aller Kräfte in der Natur, und weisen dadurch zu der ewigen Quelle aller dieser erhabenen Erscheinungen, zu dem Schöpfer hin, und veredeln dadurch das Gemüth, die Vernunft, den Geist.

Hier schließen wir unsern Abriß der Erdkunde im engeren Sinne, soweit diese nämlich von den Erscheinungen und der physischen Beschaffenheit der Erde handelt. Es bleibt uns noch ein weiteres reiches und dankbares Gebiet derselben zu schildern übrig: das Reich der unbelebten und belebten Schöpfung und seine Vertheilung über die Erdoberfläche, die sogenannte physische und naturhistorische Geographie, an welche sich die Schilderung der Racen und Sprachen des Menschengeschlechts, dieser Krone der Schöpfung, ihrer Vertheilung über die Erdoberfläche, ihrer Heranbildung zu Gemeinschaften, Völkern und Staaten, ihrer Sitten, ihrer Religionen und Staatsformen und der Ausbreitung derselben anschließt, — bevor wir zur eigentlichen Schilderung der Erdtheile und ihrer einzelnen Länder übergehen. Dieser zweite Theil, dessen Erscheinen die Zeitstürme der vergangenen Jahre gehindert haben, soll binnen Jahresfrist in einem selbständigen Bande von gleichem Umfange folgen, und diese übersichtliche Einleitung in die Wissenschaft der Geographie abschließen.

Notiz für den Buchbinder.

Die vier Farbendrücke sind folgendermaßen einzubinden: Gewitterwolke als Titelkupfer; Fata Morgana zu Seite 155; farbige Wolken zu Seite 161; Nordlicht zu Seite 186.

Weise entsprochen, welche allerwärts den ungetheiltesten Beifall fand, — einen Beifall, der sich durch den steigenden Absatz und die immer häufigere Einführung in Lehranstalten stets auf's Neue bethätigt. Der Name des berühmten Herrn Verfassers bürgt schon für den Werth und Gehalt des Werkes.

Für den Unterricht eignet sich dieses Buch besonders auch deßhalb, weil die rühmlichst bekannten Mineralien-, Felsarten- rc. Sammlungen des Heidelberger Mineralien-Comptoirs, welche in so vielen Lehranstalten von Staatswegen eingeführt werden, nach diesem Werke geordnet und bestimmt sind, also die werthvollste Beihilfe für den Fachlehrer abgeben.

Das „elementare Lehrbuch der Geognosie und Geologie" desselben Herrn Verfassers, welches an obiges Werkchen sich anschließt, erscheint demnächst.

Stern, Dr. Moriz A., Docent d. Naturwissenschaften in Göttingen, **Astronomie oder Himmelskunde**, volksfaßlich bearbeitet. Mit vielen Holzschnitten. 8. 1847. (27 Bogen.) In engl. Einband fl. 1. 20 kr. od. 24 Sgr. Geh. fl. 1. 12 kr. od. 21 Sgr.

Das gediegenste Werk, welches seit Joh. Elert Bode's berühmter „Anleitung zur Kenntniß des gestirnten Himmels" in allgemein-verständlicher Darstellung über Astronomie erschienen ist.

Einleitung in die Physik. **Leonhard Euler's Briefe über Physik**, mit einem Supplement von **Dr.** Joh. Müller, Prof. d. Physik an d. Univers. Freiburg im Br. Drei Theile. 8. 1847—48. (42 Bogen). Velinp. fl. 2. 48 kr. od. Thlr. 1. 21 Sgr.

Euler's Briefe gelten schon seit beinahe 80 Jahren bei allen civilisirten Nationen für die ausgezeichnetste und klarste Einleitung in die Physik. Der Hr. Herausgeber dieser neuen Ausgabe ist bereits durch seine meisterhafte Bearbeitung von Pouillet's „Lehrbuch der Physik und Meteorologie" so vortheilhaft bekannt, daß seine Mitwirkung dem trefflichen Werke des großen Euler nur zu noch größerer Empfehlung gereichen kann.

Den Herren Lehrern in Volks-, Bürger-, Gewerbe- und Sonntagsschulen, welche einen volksfaßlicheren Vortrag über Naturlehre zu halten haben, kann gewiß kein lehrreicherer besserer Leitfaden empfohlen werden, als vorstehendes Werk.

